

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
MESTRADO EM AGRONOMIA

JOELCIO EURICH

BALANÇO EMERGÉTICO EM AGROSSISTEMAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR

PONTA GROSSA  
2011

JOELCIO EURICH

BALANÇO EMERGÉTICO EM AGROSSISTEMAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR

Dissertação de Mestrado submetido a banca examinadora para obtenção de título de Mestre em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Área de Concentração em Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto

PONTA GROSSA  
2011

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

E89b Eurich, Joelcio  
Balanço energético em agrossistemas de produção familiar /  
Joelcio Eurich. Ponta Grossa, 2011.  
99 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração :  
Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.  
Orientador : Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto

1. Sustentabilidade. 2. Energia. 3. Agricultura familiar. .  
4. Pecuária leiteira. I. Weirich Neto, Pedro Henrique. II. T.

CDD: 338.109.81



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Titulo da Dissertação: “BALANÇO EMERGÉTICO EM AGROSSISTEMAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR”.

Nome: Joélcio Eurich

Orientador: Pedro Henrique Weirich Neto

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto

Prof. Dr. Enrique Ortega Rodriguez

Prof. Dr. André Belmont Pereira

Data da Realização: 21 de fevereiro de 2011.

A meus pais, Alceu e Frida, agricultores familiares que me ensinaram a magnífica arte do amor e respeito à terra.

A meus irmãos, Oclair e Laercio, companheiros de ideal por um futuro mais justo a todos.

A minha esposa Neuzeli que diariamente tem me ensinado a difícil arte da paciência.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Ao amigo e orientador Pedro Henrique Weirich Neto, pela soberana ajuda e constante presença.

Ao amigo Carlos Hugo Rocha, pelas suas sugestões e sobretudo por sua “paciência” pacificadora.

Ao professor Dr. Enrique Ortega pela ajuda durante a análise dos dados.

Aos amigos de “Luta” do Laboratório de Mecanização Agrícola (Lama): Hevandro “Minero” (companheiro de viola em noites de distração), Ivan (companheiro de violão nas noites já referidas e parceiro campeiro de trabalho), Natali (pela amizade e pela paciência nas leituras de meus escritos), também aos demais: Johnny, Inajara, Kassio, Diogenes, Khetlen, Daiana, Ariadne, Gabriel, Guilherme, Vinicius, Rosana, Raquel, Alice, Karla, Mauricio pelo companheirismo e ajuda constante.

Aos Agricultores Alceu Eurich e Liseu Méier e suas famílias por “abrirem suas porteiras” recebendo-me de forma aconchegante para a realização deste trabalho.

A coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão do auxílio financeiro de estudo.

*“Os poderosos podem matar uma, duas ou três rosas, mas jamais conseguirão deter a primavera inteira”*

(Che Guevara)

## RESUMO

Mesmo com a notoriedade atual das discussões acerca de modelos sustentáveis de desenvolvimento, estudos e adoção de técnicas que visem o desenvolvimento rural sustentável não são comuns. A geração de tecnologia bem como mensuração da real sustentabilidade de sistemas de produção é incipiente. Sendo assim, objetivou-se a aplicação da análise emergética para avaliação da sustentabilidade de dois agrossistemas de produção pecuária leiteira familiar. Duas propriedades foram estudadas, a Chácara Alcerich, classificada como tradicional, localizada no município de Palmeira – PR e o Sítio Família Méier com a adoção do Sistema de Pastoreio Racional Voisin – PRV, localizado no município de Dionísio Cerqueira – SC. Para análise emergética, caracterizaram-se os sistemas, elaborou-se diagrama sistêmico, organizou-se tabela de avaliação emergética e determinaram-se índices emergéticos tradicionais e modificados (utilizados os valores de renovabilidade parcial). Calcularam-se ainda os valores de rentabilidade econômica e relação sócio-fundiária. Os valores de transformidade  $Tr = 486.087 \text{ sej J}^{-1}$  e  $Tr = 836.011 \text{ sej J}^{-1}$ , respectivamente calculados para a Chácara Alcerich e Sítio Família Méier, demonstram que a primeira possui maior eficiência emergética, porém tal resultado é baseado em maiores recursos advindos de forma não renovável. O Índice de sustentabilidade observado para a Chácara Alcerich, tanto na metodologia clássica ( $SI = 1,77$ ) quanto na metodologia modificada ( $SI = 2,13$ ), lhe confere a classificação de sustentável a médio prazo e com alta demanda de recursos advindos da economia. Para o Sítio Família Méier os valores de  $SI = 3,15$  e  $SI = 5,94$  para as metodologias clássica e modificada classificam-na em sustentável a médio prazo e sustentável a longo prazo respectivamente, sempre com uso energético coerente. Os valores de rentabilidade econômica de 49 e 61% e indicadores sócio-fundiário de 16,00 a 6,25  $\text{po ha}^{-1}$  para a Chácara Alcerich e Sítio Família Méier, respectivamente, enfatizam a importância sócio-econômica das propriedades. A metodologia emergética corroborou para a visualização de potenciais e gargalos quanto à sustentabilidade dos sistemas. O Sítio Família Méier, baseado no sistema PRV, demonstrou maior sustentabilidade na forma holística da palavra.

Palavras chave: Sustentabilidade; Energia; Agricultura Familiar; Pecuária Leiteira



## ABSTRACT

Even with the prominence of the current discussions about sustainable models of development, studies and adoption of techniques of sustainable rural development are not common. The generation of technology as well as the measuring the real sustainability of production systems is incipient. This study aimed the application of the emergy analysis to evaluate the agroecosystems sustainability of two family dairy farms. Two properties were studied: the Alcerich farmstead, classified as traditional, located in Palmeira – PR, and the Meier Family farmstead, that adopts the Voisin Rational Grazing System - PRV, located in the municipality of Dionisio Cerqueira - SC. In the emergy analysis we characterized the production systems, elaborated the systemic diagram, organized the emergy evaluation table and determined the traditional and modified (based on the values of partial renewability emergy indices). It was also calculated the values of economic return and socio-land relationship. Transformity values  $Tr = 486,087 \text{ sej J}^{-1}$  and  $Tr = 836,011 \text{ sej J}^{-1}$ , respectively calculated for the Alcerich and Meier family farmsteads, show that the former has a higher emergy efficiency, but this result is based on the higher use of no renewable resources. The calculated sustainability index for the Alcerich farm, based on the classical methodology ( $SI = 1.77$ ), and modified methodology ( $SI = 2.13$ ), confers a classification as sustainable at medium-term and high demand from resources of the economy. To the Meier farm the SI values = 3.15 and 5.94, for the modified and classical methods, confers a classification as sustainable at medium-term and sustainable at long term, respectively, based on consistent use of energy. The values of economic returns of 49 and 61, and the socio-land relationship indicators, from 16.00 to 6.25 po ha<sup>-1</sup> for the Alcerich and Meier farms, respectively, emphasize the socio-economic importance of the properties. The emergy methodology provided a broad view of the potential and bottlenecks of the systems sustainability. The Meier Family farm, based on the PRV system, showed a greater sustainability regarding a holistic understanding of the concept.

Keywords: Sustainability; Emergy; Family Farming, Dairy Farm

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO .....	1
2 – OBJETIVOS .....	3
2.1 - GERAIS .....	3
2.2 – ESPECÍFICOS .....	3
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 - AGRICULTURA .....	4
3.2 - QUESTÃO AGRÁRIA BRASILEIRA .....	6
3.3 - AGRICULTURA FAMILIAR.....	7
3.3.1 - Definição.....	7
3.3.2 - Importância no Brasil .....	9
3.4 - PECUÁRIA LEITEIRA.....	11
3.4.1 - Pecuária Leiteira no Brasil.....	11
3.4.2 - Agricultura Familiar e Pecuária Leiteira .....	13
3.4.3 - Agroecossistema da Produção Leiteira .....	13
3.4.4 - Pastoreio Racional Voisin.....	16
3.5 - SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO RURAL .....	18
3.5.1 - Índices de Sustentabilidade .....	20
3.5.2 - Índice emergéticos de Sustentabilidade .....	21
3.5.3 – Estudos e Aplicabilidade .....	27
4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1 – METODOLOGIA EMERGÉTICA.....	30
4.2 - ÍNDICES EMERGÉTICOS.....	32
4.2.1 – Índices emergéticos modificados .....	34
4.3 – UNIDADES ESTUDADAS.....	35
4.4 - COLETA DE DADOS.....	36
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1 – MÉTODO ANÁLISE-DIAGNÓSTICO .....	40
5.2 - DESCRIÇÃO DAS PROPRIEDADES.....	40
5.2.1 - Sítio Família Méier.....	40
5.2.2 - Chácara Alcerich .....	43
5.3 - ANÁLISE EMERGÉTICA DAS PROPRIEDADES .....	45
5.3.1 - Sítio Família Méier.....	45

5.3.2 - Chácara Alcerich .....	48
5.4 - ÍNDICES EMERGÉTICOS.....	53
5.5 – ÍNDICES EMERGÉTICOS MODIFICADOS.....	61
5.6 – ANÁLISE SÓCIO-FUNDIÁRIA E DE RENTABILIDADE ECONÔMICA SIMPLES .....	63
6 – CONCLUSÕES .....	66
7 – RECOMENDAÇÃO .....	67
8 - REFERÊNCIAS.....	68
9 – ANEXOS.....	75

## 1 – INTRODUÇÃO

O ritmo de desenvolvimento tecnológico da humanidade sem dúvida foi e tem sido muito eficiente. Muitos foram os avanços que permitiram não somente sanar problemas localizados regionalmente e temporalmente, mas também gerar soluções perpétuas para inúmeros obstáculos. Porém, o anseio pela busca de soluções de desenvolvimento não foi acompanhado pela preocupação com as conseqüências indesejáveis e possíveis desse modelo.

A revolução verde em seu auge, na década de 1960, em muito já havia contribuído e muito contribuía na geração de alimentos. Nesta mesma época dava-se início também ao pensamento acerca de suas possíveis conseqüências indesejáveis, porém o desenvolver destas duas vertentes não foi concomitante. Mais tarde, na década de 80, observou-se que realmente o desenvolvimento tecnológico foi muito maior que o desenvolvimento, na época, chamado de consciente, mais tarde referenciado como sustentável.

A discussão acerca do desenvolvimento sustentável atualmente é notória em todas as esferas da sociedade, porém grandes foram as conseqüências geradas pelo desenvolvimento tecnológico desenfreado. Este remete a idéia de que ainda há muito a ser feito para mudar os paradigmas desenvolvimentistas gerados em nossa sociedade de consumo.

Pouco tem sido feito em escala suficientemente grande na tentativa de sanarem-se os problemas vividos pelo desenvolvimento tecnológico insustentável, nem tão pouco se sabe com precisão o quão insustentável ou sustentável pode ser uma adoção tecnológica, seja ela de alta demanda econômica ou gratuita.

Muitos foram os cientistas que tiveram sua atenção voltada à busca por soluções sustentáveis, os trabalhos desenvolvidos pelo ecólogo Howard T. Odum durante décadas e

hoje aplicáveis, em muito contribuíram para a vertente desenvolvimentista sustentável. Sua busca por meios de mensuração da sustentabilidade de sistemas, através do detalhamento da entrada e saída energética e assim, de sua memória energética agregada, a emergia, colabora muito para atuais estudos de sustentabilidade.

No Brasil, assim como em todo o planeta, os reflexos de um desenvolvimento insustentável são notórios, problemas climáticos catastróficos e desigualdades sociais inaceitáveis, são alguns exemplos. Estes sinais vividos nos dias atuais levam à busca de soluções sustentáveis e ainda, na aplicação de soluções já possíveis.

A opção de estudo de sistemas de produção familiar, no presente trabalho, justifica-se por sua comprovada importância econômica, ambiental e principalmente social, tendo se optado pela metodologia de estudo emergético visando sua aplicabilidade em estudos de mensuração da sustentabilidade. A atividade da pecuária leiteira em sistemas de produção familiar tem peso significativo na manutenção do pequeno produtor no campo, e, se estabelecida de forma sustentável, pode contribuir para toda a sociedade, sendo este o presente objeto de estudo.

## 2 – OBJETIVOS

### 2.1 - GERAIS

Aplicar a análise emergética para avaliação da sustentabilidade de dois agrossistemas de produção pecuária leiteira familiar.

### 2.2 – ESPECÍFICOS

- Mensurar os índices de sustentabilidade em agrossistemas de produção leiteira familiar;
- Avaliar níveis de sustentabilidade na produção agropecuária e comparar a sustentabilidade em dois agrossistemas de produção leiteira familiar;
- Contribuir com mais valores de referência para a metodologia de análise emergética;
- Estabelecer a relação sócio-fundiária e o rendimentos econômicos das unidades estudadas.

### 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 - AGRICULTURA

A chamada agricultura química em muito teve influência de cientistas como Saussure (1797 – 1845), Jean Baptiste Boussingault (1802 – 1887) e principalmente Liebig (1803 – 1873) que demonstravam em seus experimentos que a nutrição das plantas se dava essencialmente por substâncias químicas presentes no solo. Estas teorias desprezavam o papel da matéria orgânica na nutrição das plantas, onde a insolubilidade do húmus era uma evidência de sua inutilidade nos processos de crescimento vegetal (MÜLLER, 2009). Ainda segundo Müller (2009) os conceitos estabelecidos nesta época começam a desconsiderar a capacidade natural de autocatálise dos sistemas equilibrados. Os impactos destas descobertas ultrapassaram as fronteiras agrícolas e ganharam força em um amplo e promissor mercado de fertilizantes sintéticos.

No decorrer da segunda metade do século XX, surge a revolução agrícola contemporânea. Esta se caracteriza pelo uso intensivo de motomecanização e fertilizantes, seleção de variedades de plantas e de raças de animais com forte potencial de rendimento, utilização de alimentos concentrados para nutrição animal e moléculas sintéticas para sanidade de plantas e animais. Este tipo de manejo progride vigorosamente nos países desenvolvidos e em alguns setores limitados dos países em desenvolvimento (MAZOYER & ROUDART, 2010).

A partir dos anos 60 surge a revolução verde, uma variante da revolução agrícola contemporânea, baseada na seleção de variedades com bom rendimento potencial de arroz, milho, trigo, soja e outras grandes culturas de exportação. Pode-se dizer que esta se fundamentou também numa ampla utilização de fertilizantes e

produtos químicos, tipo de exploração esta que cresce em países em desenvolvimento (MAZOYER & ROUDART, 2010).

É notória a grande contribuição da revolução verde para o aumento expressivo da quantidade de alimentos (calorias) para uma população em crescimento. Mann (1997) escreve que em 1969 o ecólogo Paul Ehrlich, autor de “*A Bomba Populacional*”, previu que dentro de uma década o Japão passaria fome e uma horda de chineses famintos invadiria a Rússia. “A maioria das pessoas que irá morrer no maior cataclisma da história da humanidade já nasceu”, advertia. Antes disso, de acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura – FAO (2006), 56% dos seres humanos viviam em nações cuja média de suprimento alimentar era de 2.200 calorias per capita dia<sup>-1</sup>, ou menos, nível suficiente apenas para sobrevivência. Os mesmos autores estimavam que a porcentagem da população humana vivendo com 2.200 calorias dia<sup>-1</sup> ou até menos cairia para 10%, por volta de 1992-1994, ou seja, Ehrlich não incluía a Revolução Verde em seu cenário apocalíptico. Ainda segundo a FAO (2006), entre os anos de 1950 e 1985 a produção mundial de cereais passou de 700 milhões para 1,8 bilhão de toneladas, uma taxa de crescimento anual de 2,7%.

A partir da década de 90, Gliessman (2001) relata que todos os países, nos quais práticas da Revolução Verde foram adotadas em larga escala, experimentaram declínios na taxa de crescimento anual do setor agrícola. Este é explicado pelo fato de que as práticas adotadas afetam a produtividade ecológica futura. Problemas de degradação dos solos e água, poluição do ambiente, perda da diversidade genética e perda do controle local sobre a produção agrícola, passam a ser freqüentes. Outra questão relevante é que essa revolução, pelo custo, foi privilégio de poucos. Mazoyer & Roudart (2010) revelam que em inúmeras regiões



remotas do mundo, ou até mesmo em regiões que assimilaram amplamente a revolução, muitos camponeses nunca puderam adquirir os novos meios de produção e progredir em produtividade. Este gerou uma grande desigualdade no campo, ou seja, centenas de milhões de camponeses continuam hoje a trabalhar em condições de extrema pobreza.

### 3.2 - QUESTÃO AGRÁRIA BRASILEIRA

No Brasil, Sodero (1977; 1979) mostram a formação do latifúndio como estrutura dominante da posse da terra. No entanto, embora o sistema de posse de terras fosse desenhado, a princípio, de maneira similar ao dos feudos europeus, a extensão territorial da colônia permitiu o assentamento de um grande número de pequenos proprietários, que tomaram posse de áreas periféricas aos *plantations*, visando fornecer alimentos para seus trabalhadores, couros e animais de tiro (bois e mulas) para tocar os engenhos e transportar produtos e pessoas (FURTADO, 1961).

Praticamente, não há notícias de grupo de imigrantes que tenha chegado ao Brasil, desde a libertação dos escravos, que não tenha tido acesso à terra. Pode-se dizer que, até a década de 30, pelo menos, a parte da população rural do país que tinha um mínimo de capital humano não teve problemas de acesso à terra. Isto pode ser ilustrado com o fato de que até 1930-1940, lotes, em algumas das áreas mais propícias para a agricultura do Paraná, podiam ser requisitadas ao governo para serem cultivadas pelas famílias. Os descendentes de escravos e das famílias dos trabalhadores das *plantations*, no entanto, tinham estoques de capitais humano, físico e financeiro muito baixos, o que, provavelmente, tornaria a posse da terra – para eles – elemento insuficiente para garantir-lhes algo mais que a simples

subsistência ou mesmo a sobrevivência. Em geral vários são os estudos que atribuem à posse da terra a origem das desigualdades sociais no meio rural do Brasil (PERES, 2000).

Até o século XVIII, o Brasil tinha uma economia muito mais pujante que a dos Estados Unidos, por exemplo. Com a libertação dos escravos e a implantação da república, a economia do País continuou a ter uma base fundamentalmente agrária, até a década de 20. Foi a partir dos anos 30 que a sociedade brasileira tomou um caminho diferente, no sentido da urbanização e industrialização, que acabou por legar à agricultura o papel de abrigar dois setores produtivos diferentes. Um deles, formado por milhões de pequenas propriedades, no qual predomina a pobreza. O outro, formado por um menor número de propriedades comerciais, não oficialmente enquadradas como familiares, embora muitas sejam efetivamente familiares, no qual as rendas permitem melhor qualidade de vida (PERES, 2000).

### 3.3 - AGRICULTURA FAMILIAR

#### 3.3.1 - Definição

A agricultura familiar (AF) brasileira é extremamente diversificada. Inclui tanto famílias que vivem e exploram minifúndios em condições de extrema pobreza como produtores inseridos no moderno agronegócio que possuem renda várias vezes superior a que define a linha da pobreza (BUAINAIN, 2006). Este autor indica que a diferenciação dos agricultores familiares está associada à própria formação dos grupos ao longo da história, a heranças culturais variadas, à experiência profissional e de vida particulares, ao acesso e à disponibilidade diferenciada de um

conjunto de fatores, entre os quais os recursos naturais, o capital humano, o capital social, entre outros. A diferenciação também está associada à inserção dos grupos em paisagens agrárias muito diferentes uma das outras, ao acesso diferenciado aos mercados e à inserção socioeconômica dos produtores, que resultam tanto das condições particulares dos vários grupos, como de oportunidades criadas pelo movimento da economia, pelas políticas públicas, etc.

Segundo critérios do Decreto nº. 3.991, de 30/10/2001 do Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA (BRASIL, 2001) são considerados Agricultores Familiares os: a) proprietários, assentados, posseiros, arrendatários, parceiros ou meeiros que utilizem mão-de-obra predominantemente familiar e tenham até 2 empregados permanentes; b) não detenham, a qualquer título, áreas superiores a 4 módulos fiscais, quantificados na legislação em vigor; c) tenham renda bruta familiar anual com no mínimo 80% (oitenta por cento) dela proveniente da atividade agropecuária e não-agropecuária exercida no estabelecimento; e d) residam na propriedade ou em local próximo.

Segundo Guanzirolli (1996) os produtores familiares podem ser definidos com base em três características centrais:

*a) a gestão da unidade produtiva e os instrumentos nela realizados são feitos por indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou de casamento; b) a maior parte do trabalho é igualmente fornecida pelos membros da família; c) a propriedade dos meios de produção (embora nem sempre a terra) pertence à família e é em seu interior que se realiza a sua transição em caso de falecimento ou de aposentaria dos responsáveis pela unidade produtiva.*

Ainda segundo Guanzirolli (2001), a delimitação do universo dos agricultores familiares tem sido objeto de polêmicas:

*“(...) a escolha de um conceito para definir os agricultores familiares, ou a de critérios para separar os estabelecimentos familiares dos patronais, não é uma tarefa fácil, ainda mais quando é preciso compatibilizar o conceito e os*

*critérios com as informações disponíveis no Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, sabidamente não elaborados para este fim.”*

### 3.3.2 - Importância da Agricultura Familiar no Brasil

Em números, o Censo Agropecuário de 2006 registrou 5.175.489 estabelecimentos rurais que ocupavam uma área de 329,9 milhões de hectares e que foram responsáveis pela geração de um Valor Bruto da Produção (VBP) Agropecuária próximo a R\$ 141 bilhões. Do total de estabelecimentos, 4.367.902, ou 84,4% deles, enquadram-se na categoria de agricultores familiares. Esses estabelecimentos familiares ocupavam uma área de 80,2 milhões de hectares (24,3% da área total), em uma média de 18,37 ha por estabelecimento, e responderam pela geração de R\$ 54 bilhões (38% do VBP total). Embora ocupe apenas 24,3% da área total, a agricultura familiar é a principal fonte de postos de trabalho no meio rural brasileiro, sendo responsável pelo emprego de 12,3 milhões das 16,5 milhões de pessoas que se encontram ocupadas com esta atividade, o que equivale a 74,4% do total (IBGE, 2006).

Com relação à produção de alimentos, a agricultura familiar responde por 87% da mandioca, 70% do feijão, 46% do milho, 38% do café, 34% do arroz, 21% do trigo e 16% da soja produzidos no Brasil. A agricultura familiar ainda é essencial na produção de proteínas de origem animal, representando 59%, 58%, 50% e 30% do Produto Interno Bruto (PIB) das cadeias de suínos, leite, aves e bovinos de corte, respectivamente (MDA, 2009). Esses números revelam que a agricultura familiar tem uma importância sócio-econômica fundamental, tanto na geração de renda como na ocupação de mão de obra e abastecimento de alimentos no país (SPIES, 2009).

A importância da agricultura familiar é variável segundo as regiões administrativas do país. Do total de estabelecimentos familiares, 50% estão na região Nordeste, 19% na região Sul, 16% no Sudeste, 10% na região Norte e 5% no Centro-Oeste (MDA, 2009).

Em termos de PIB da produção agrícola, a comparação entre as regiões administrativas do país torna evidente o quão acanhado é o segmento familiar na região Centro-Oeste em relação ao desempenho mediano que apresenta no Sudeste e o destaque que se observa no Sul. Na região Sul destacam-se, como culturas familiares, a soja, o fumo e o trigo. Já no Nordeste, a agricultura familiar tem na fruticultura e nos cultivos de mandioca, de arroz e de feijão as mais importantes atividades (Figura 01) (GUILHOTO et al., 2007).

Os valores produzidos pelas atividades de pecuária, para o segmento familiar, demonstram que nas regiões Norte e Centro-Oeste, o desempenho da bovinocultura é reduzido em razão do caráter extensivo dessa atividade nestas regiões. Este mesmo efeito não é observado na região Sul que, tal como na agricultura, é aquela de maior participação. Todas as atividades pecuárias desta região apresentam produções significativas, sobressaindo um pouco a avicultura e, comparativamente às outras macrorregiões, a suinocultura. O Sudeste destaca-se em todos os segmentos, exceto pela criação de suínos. Na região Nordeste, a avicultura e a atividade leiteira têm peso razoável na pecuária regional. Quadro semelhante é observado quanto ao agregado “outras criações”, fato que pode ser creditado à caprinocultura e à ovinocultura (Figura 02) (GUILHOTO et al., 2007).

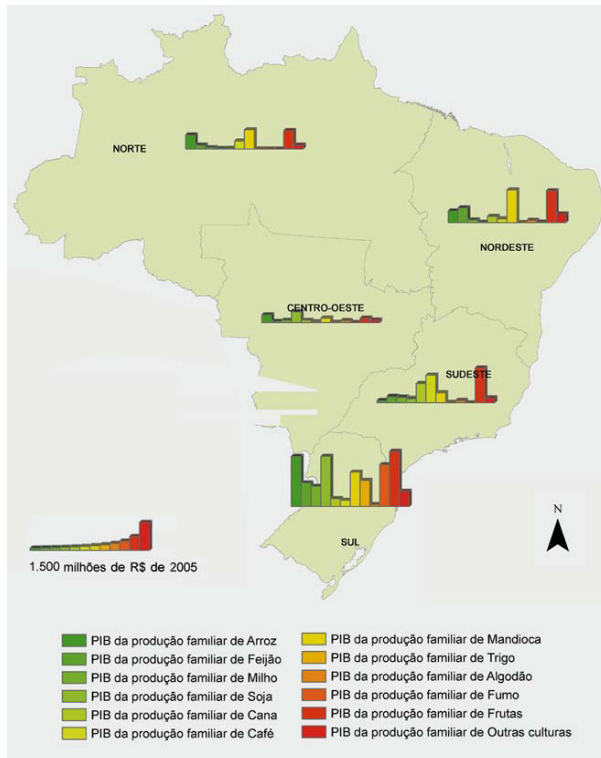


FIGURA 01: Distribuição regional do PIB da produção familiar para os produtos agrícolas. Guilhoto et al. (2007)

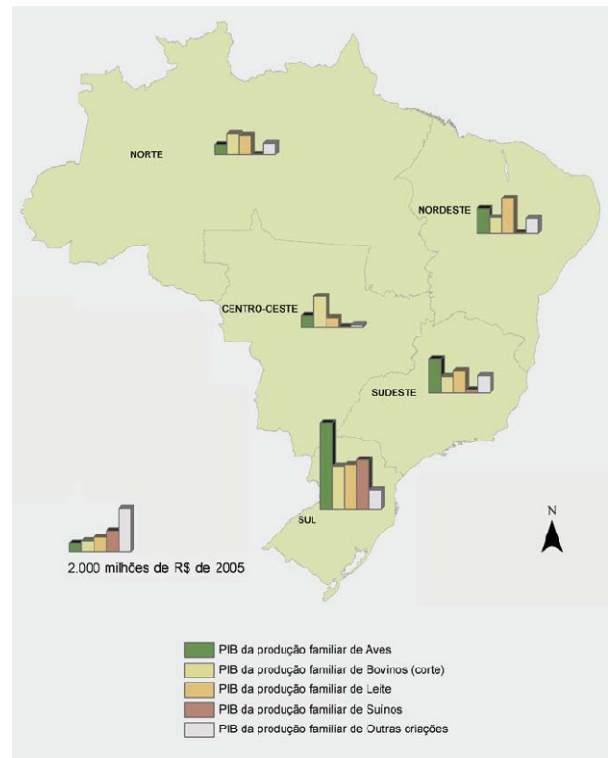


FIGURA 02: Distribuição regional do PIB da produção familiar para os produtos pecuários. Guilhoto et al. (2007)

### 3.4 - PECUÁRIA LEITEIRA

#### 3.4.1 - Pecuária Leiteira no Brasil

Em 2006, existiam 1,35 milhões de estabelecimentos com a atividade pecuária leiteira (IBGE, 2006). A produção de leite tem crescido continuamente desde 1970, e ultrapassou os 29 bilhões de litros em 2009, sendo 30,9% superior à produção obtida em 2006. Houve aumento no total de vacas ordenhadas, o que significa uma redução de produtividade da pecuária leiteira de  $1.596 \text{ L vaca}^{-1} \text{ ano}^{-1}$

em 2006 para 1.297 L vaca<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 2009. O VBP para o mesmo ano foi de 18,6 bilhões de reais (IBGE, 2009).

A principal região produtora é a Sudeste, seguida pela região Sul (Tabela 01), de maneira que as duas regiões juntas respondem por 66,3% da produção nacional de leite. Minas Gerais é o maior produtor nacional de leite, com 27,1% da produção total, superior à soma da produção das Regiões Norte e Nordeste. A seguir, estão os Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Santa Catarina, este último com a maior produtividade: 2.397 L vaca<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (IBGE, 2009).

Os principais municípios produtores de leite no ano de 2009 foram Castro (PR), Patos de Minas (MG), Piracanjuba (GO), Toledo (PR) e Ibiá (MG) respectivamente com as produções aproximadas de 166, 137, 112, 106, 102 milhões de L ano<sup>-1</sup> (IBGE, 2009).

TABELA 01: Produção leiteira nacional, respectivos VBP e produtividades, macrorregional e dos principais estados produtores

<b>Região</b>	<b>Produção (bilhões de litros)</b>	<b>VBP (bilhões de Reais)</b>	<b>Produtividade (L vaca<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)</b>
<b>Brasil</b>	29,1	18,6	1297
<b>Macrorregiões</b>			
<b>Sudeste</b>	10,4	6,9	1387
<b>Sul</b>	8,9	5,2	2314
<b>Centro-Oeste</b>	4,2	2,4	1178
<b>Nordeste</b>	3,8	2,9	795
<b>Norte</b>	1,6	1,0	629
<b>Estados</b>			
<b>Minas Gerais</b>	7,9	5,3	1502
<b>Rio Grande do Sul</b>	3,4	1,9	2334
<b>Paraná</b>	3,3	2,0	2242
<b>Goiás</b>	3,0	1,7	1230
<b>Santa Catarina</b>	2,2	1,2	2397

Fonte: Adaptado de IBGE (2009)

### 3.4.2 - Agricultura Familiar e Pecuária Leiteira

A produção leiteira no Brasil sempre esteve associada ao desenvolvimento da Agricultura Familiar. Atualmente, cerca de 85% das propriedades rurais são de base familiar, somando mais de 4 milhões de famílias onde a pecuária leiteira está presente. Aproximadamente 58% do leite brasileiro é produzido pela Agricultura Familiar (IBGE, 2006).

A importância econômica da atividade leiteira para a agricultura familiar já foi apontada por Testa et al. (1996), ao destacarem como aspectos positivos: a) elevada absorção de mão-de-obra; b) alta capacidade de agregar valor na propriedade; c) fácil descentralização espacial e diversidade de escalas das unidades industriais; d) grande alcance social; e) possibilidade de uso econômico e conservacionista das terras.

Muitas vezes a produção leiteira é a atividade principal de geração de renda na unidade familiar. Em outros casos, quando há outras fontes de renda, a atividade leiteira complementa a renda familiar e auxilia no custeio da atividade agrícola como um todo, além de garantir uma entrada mensal de recursos financeiros na propriedade (MOREIRA, 2009).

### 3.4.3 - Agroecossistema da Produção Leiteira

O agroecossistema da produção leiteira pode ser estabelecido com base em inúmeras fontes energéticas, desde a produção baseada em suplementação de concentrado em sistema confinado até sistemas que se baseiam apenas na utilização de pastagens. Porém, assim como exposto por Gliessman (2001), todos os agroecossistemas – dos simples plantios e colheitas localizados da agricultura



primitiva até os sistemas agropecuários intensamente alterados de hoje – requerem um aporte de energia humana, além daquela oferecida pelo Sol.

O agroecossistema, como um meio de obtenção de produtos vegetais e animais, necessita de várias fontes de energia, dentre as quais se destacam a solar, os fertilizantes, os defensivos agrícolas, entre outras (ZANINI et al., 2003). Em agroecossistemas de produção leiteira, as variáveis mais importantes são as agrônômicas ou as cuja produção de proteína vegetal é função principal, devendo-se considerar também a energia envolvida na criação dos animais, com a utilização de pastagens, de silagem e de fenos, os quais demandam elevadas quantidades de energia para sua produção (CAMPOS, 2001).

Em estudos deste tipo, onde o processo é tão importante quanto o produto, deve-se levar em consideração energia direta e indireta. A energia direta utilizada não inclui somente o combustível fóssil utilizado, mas também outras formas de energia derivadas do petróleo, tais como aquelas contidas nos lubrificantes, adubos, defensivos agrícolas, etc. A energia indireta utilizada na agricultura é aquela empregada na fabricação de maquinários, construções, instalações, sistemas de irrigação e de outros *inputs* necessários à produção (CAMPOS, 2001).

Assim como em todo agroecossistema, várias são as demandas energéticas na pecuária leiteira. Segundo Zanini et al. (2003) a silagem de milho é uma excelente fonte de energia para a alimentação do gado de leite, pois promove ganho de peso e aumento da produtividade de leite. A produção desse volumoso, com os mais diversos manejos de solo e planta, normalmente envolve tecnologia e alto consumo de energia fóssil.

O milho transforma, relativamente, grande quantidade de energia por unidade de área cultivada e pode ser cultivado sob grande variação de condições

ambientais, tipo de solo, teor de água do solo, temperatura ambiente, bem como decisões antrópicas quanto ao manejo, porém, demanda energia externa. A quantidade de energia necessária para a produção de milho varia com o sistema de cultivo e o nível de tecnologia aplicada (MELO, 2009).

Outro item necessário à produção leiteira é a soja, pois se configura como a mais importante fonte de proteína suplementar. Com exceção dos fertilizantes, a energia fornecida para a produção de soja é comparável a energia consumida no milho, uma vez que ela necessita de práticas culturais semelhantes. Para o seu cultivo, as máquinas são praticamente as mesmas, o fertilizante utilizado para a produção é similar ao empregado na produção de milho, com exceção do nitrogênio. A grande vantagem na produção de soja, comparada com outras culturas não leguminosas, é que pouco ou nenhum nitrogênio é utilizado, reduzindo a quantidade de energia requerida (MELO, 2009).

Também constante em agroecossistemas de produção de pecuária de leite é a utilização de outras forragens cultivadas como alfafa (*Medicago sativa* L.), aveia (*Avena sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), etc., sendo que em todos os itens há uma grande demanda de energia (CAMPOS, 2004). Em fenação realizada com “coast-cross” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) a maior demanda energética diz respeito à utilização de diesel e adubação nitrogenada, estes representando 58,73 e 28,9%, respectivamente, de toda energia incorporada no processo (CAMPOS, 2005).

O desenvolvimento integrado e coerente, ou seja, sustentável de um agroecossistema depende da busca de soluções específicas para cada cadeia produtiva, dada as diferentes características de cada uma delas. Com isso, uma produção agropecuária mais sustentável leva a necessidade de aprofundamento em

diversas áreas do conhecimento. Um grande desafio é viabilizar sistemas de produção que garantam, ao lado do aumento da produtividade, maior eficiência energética, buscando-se práticas de manejo que sejam equilibradas com os recursos disponíveis (BASSO & BUENO, 2000).

Sistemas inerentes às empresas rurais, confinados ou semi-confinados que baseiam-se em grande fornecimento de alimento concentrado, possuem demandas tecnológicas diferentes de sistemas interessantes para a agricultura familiar, que utilizam o pastejo como forma principal de manejo nutricional. A busca por meios sustentáveis de produção leiteira para a agricultura familiar leva ao sistema de Pastoreio Racional Voisin – PRV, que integra o animal ao sistema racional de alimentação para ele estabelecido (CASTAGNA et al., 2008).

#### 3.4.4 - Pastoreio Racional Voisin - PRV

Enquanto que o termo *pastejo* definido por Voisin (1959) como um ato unilateral, em que a vaca comanda e consome o pasto, sem a intervenção do homem, o termo *pastoreio* pode ser entendido como o encontro do animal com o pasto comandado pela ação do ser humano (PINHEIRO MACHADO, 2004).

O PRV é um sistema de manejo das pastagens que se baseia na intervenção humana permanente, nos processos da vida dos animais, da vida dos pastos e da vida do ambiente, a começar pela vida do solo e o desenvolvimento de sua biocenose. Como define Pinheiro Machado (2004):

*O fundamento do PRV está no desenvolvimento da biocenose do solo e nos tempos de repouso e de ocupação das parcelas de pastagens, sempre variáveis, em função de condições climáticas, de fertilidade do solo, das espécies vegetais e tantas outras manifestações de vida, cuja avaliação não se enquadra em esquemas preestabelecidos.*

Os conceitos do PRV baseiam-se em leis da natureza com aplicação universal e que foram postuladas por André Marcel Voisin a partir de longos trabalhos realizados em sua propriedade, *a Le Talou*, na Normandia, França, a partir do ano de 1954. Os estudos de Voisin (1959) estabeleceram quatro leis universais do PRV (PINHEIRO MACHADO, 2004; CASTAGNA et al., 2008).

***Lei do Repouso:*** Para que um material vegetal capturado pelo animal possa dar sua máxima produtividade, é necessário que, entre dois cortes sucessivos, haja passado o tempo suficiente para permitir a cultura armazenar as reservas necessárias para um rebrote vigoroso e realizar sua labareda de crescimento, isto é, a grande produção de pasto por dia e por hectare. O período de repouso entre dois cortes sucessivos será, portanto, variável de acordo com a espécie vegetal, estação do ano, condições climáticas, fertilidade do solo e demais fatores ambientais.

***Lei da Ocupação:*** O tempo global de ocupação de uma parcela deve ser suficientemente curto para que o pasto, cortado no primeiro dia (ou no começo) do tempo de ocupação, não seja cortado novamente pelo mesmos animais antes que estes deixem a parcela. Se o pasto é cortado duas vezes pelo dente do animal durante o mesmo período de ocupação da parcela, esse pasto não teve o período de repouso suficiente para atender ao que determina a primeira lei. Para que a primeira lei seja cumprida, é necessário que a segunda também o seja. Somente um tempo de ocupação curto fará com que o gado não corte o rebrote do pasto durante o mesmo período de ocupação.

***Lei do Rendimento Máximo:*** É necessário ajudar os animais com exigências alimentares mais elevadas para que possam colher maior quantidade de pasto e que este seja da melhor qualidade possível. A qualidade do pasto varia, não

só entre diferentes espécies como dentro da mesma espécie, ainda mais para a mesma planta em distintos estádios fenológicos. Os estratos mais altos da planta e, por conseqüência, os mais jovens, são os que apresentam menor conteúdo de parede celular e, conseqüentemente, são os mais digestíveis, mais palatáveis e que proporcionam maior ingestão.

***Lei do Rendimento Regular:*** Para que uma vaca possa dar rendimentos regulares é preciso que não permaneça por mais de três dias em uma mesma parcela. Os rendimentos serão máximos se a vaca não permanecer por mais de um dia na mesma parcela. O decréscimo dos rendimentos se dá não só em função da diminuição das quantidades ingeridas, mas também pelo menor valor nutritivo da pastagem ingerida. A qualidade da pastagem é inversamente proporcional à quantidade de parede celular e ao teor de lignificação dessa; estas aumentam com a idade do pasto e são mais expressivas nos estratos inferiores da pastagem.

De acordo com Castagna et al. (2008) o PRV é um sistema de manejo das pastagens que respeita tanto a fisiologia das pastagens quanto os requerimentos nutricionais dos animais que delas se alimentam. O respeito à fisiologia advém da observação rigorosa aos tempos de ocupação e de repouso das parcelas.

### 3.5 - SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO RURAL

Um dos grandes desafios apresentados para a sociedade neste início de século XXI é o de alimentar mais de seis bilhões de pessoas, sem comprometer o ambiente e conservar os recursos naturais necessários para garantir a sobrevivência e a qualidade de vida das gerações futuras. Esta é a essência do que se convencionou chamar de desenvolvimento sustentável (SPIES, 2009).

O termo Sustentabilidade, oficialmente foi introduzido no encontro internacional *The World Conservation Strategy* (SICHE et al., 2007). A partir deste, o termo passou a ser empregado com maior frequência, assumindo dimensões econômicas, sociais e ambientais, buscando direcionar uma forma de desenvolvimento. O termo sustentabilidade foi melhor explicado pela primeira vez por estudo realizado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente das Nações Unidas – CMMAD, também conhecido como relatório de Brundtland, que o define como: “*é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em satisfazer suas necessidades (WECD, 1987)*”. Ganhou maior enfoque durante a Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 – a Eco 92 (SICHE et al., 2007).

De acordo com Ortega (2003a), a sustentabilidade somente será alcançável se os marcos de referência para a atividade humana forem mudados. Ainda de acordo com Odum (1996), o desenvolvimento sustentável não seria uma situação de equilíbrio quase linear (homeostase), e sim uma série de ciclos de produção lenta e pulsos de consumo. Gliessmann (2001) apresenta o conceito de sustentabilidade em uma concepção mais focalizada, ou seja, como sendo a condição de ser capaz de perpetuamente colher biomassa de um sistema, onde sua capacidade de se renovar ou ser renovado não é comprometido.

Analisando de maneira mais complexa, Sachs (1990) resumiu a sustentabilidade em um conceito dinâmico que leva em conta as necessidades crescentes das populações num contexto internacional em constante expansão. A sustentabilidade tem como base quatro dimensões principais, que são a sustentabilidade social, a econômica, a ecológica e a cultural. A sustentabilidade

social está vinculada a uma melhor distribuição de renda com redução das diferenças sociais. Com relação à sustentabilidade econômica, esta está vinculada ao fluxo constante de inversões públicas e privadas, além da destinação e administração correta dos recursos naturais. Já a sustentabilidade ecológica está vinculada ao uso efetivo dos recursos existentes nos diversos ecossistemas e, como um dos resultados, mínima deterioração ambiental. A sustentabilidade cultural procura a realização de mudanças em harmonia com a continuidade cultural vigente (SICHE et al., 2007).

### 3.5.1 - Índices de Sustentabilidade

Durante a Eco 92, estabeleceu-se a necessidade de se adotarem e desenvolverem indicadores mais concretos para avaliar a sustentabilidade, conforme registrado no capítulo 40 da Agenda 21 (documento final do encontro):

*“Os indicadores comumente utilizados, como o produto nacional bruto (PNB) ou as medições das correntes individuais de contaminação ou de recursos, não dão indicações entre diversos parâmetros setoriais do meio ambiente e do desenvolvimento são imperfeitos ou se aplicam deficientemente. É preciso elaborar indicadores de desenvolvimento sustentável que sirvam de base sólida para adotar decisões em todos os níveis, e que contribuam a uma sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados do meio ambiente e o desenvolvimento” (UNITED NATIONS, 1992)*

Com vistas a contribuir na discussão de índice de sustentabilidade, Ress (1992) desenvolveu o índice denominado Pegada Ecológica ou EF (*Ecological Footprint*). Esta metodologia é uma matriz de consumo/uso de terra, considerando cinco categorias principais de consumo (alimentação, moradia, transporte, bens de consumo e serviços) e seis categorias principais do uso da terra (energia, ambiente (degradado) construído, jardins, terra fértil, pasto e floresta sob controle). O objetivo

deste índice é propiciar o cálculo de área de terra necessária para a produção e a manutenção de bens e serviços consumidos por uma determinada comunidade ou pessoa.

A *Global Footprint Network – GFN*, em 2006, estabeleceu algumas mudanças na metodologia original, as quais não foram amplamente aceitas, por apresentar resultados menos rigorosos do que aqueles obtidos com a metodologia inicial (SICHE et al., 2007).

Outro índice de grande valia para a discussão sobre sustentabilidade é o Índice de Sustentabilidade Ambiental ou ESI (*Environmental Sustainability Index*), proposto por Samuel-Johnson & Esty (2000). Este índice tem sido bastante utilizado e bastante discutido na comunidade científica, principalmente por seus resultados fornecerem índices bastante rigorosos. Este estabelece valores considerados ruins para inúmeros países, principalmente os desenvolvidos, sendo nestes imbutidos as maiores discussões acerca da validade do método (SICHE et al., 2007).

### 3.5.2 - Índices emergéticos de Sustentabilidade

Os chamados Indicadores de Desempenho Emergético ou EMPs (*Emergy Performance Indices*), consideram o sistema econômico como um sistema termodinâmico aberto e contabilizam os fluxos dos recursos da economia em unidade de energia agregada (ODUM, 1996). A Teoria Geral de Sistemas, estabelecida por Von Bertalanffy no ano de 1968 permitiu a Odum (1996) desenvolver e aplicar a análise emergética nas questões relativas à sustentabilidade dos ecossistemas.



A energia é definida como toda a energia disponível usada no trabalho de transformação e/ou fabricação de um determinado produto, expresso em unidade de um tipo de energia, sendo a sua unidade geral definida como *emjoule* (sej) (ODUM, 1996). Segundo Barrella et al. (2005) o uso de uma única unidade para a qual são convertidos os diversos tipos de energia permite somar todas as contribuições de energia utilizadas para a obtenção de um determinado produto ou serviço.

De posse dos dados energéticos, torna-se possível o cálculo da transformidade (Tr) que é definida como o quociente da energia de um produto por sua energia e é expresso em emjoules por Joule (sej/J, Joules de energia solar por Joule), ou seja, é a energia solar requerida para fazer um Joule de um serviço ou produto. Quanto maior o número de transformações de energia que contribuem para a formação de um produto, ou processo, mais alta a sua transformidade. Em cada transformação, a energia disponível é usada para “produzir” uma quantidade menor de energia de um outro tipo, com o aumento da energia por unidade produzida. A transformidade mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal, ou seja, quanto maior a transformidade de um recurso mais longe da origem ele estará, pois há muito valor a si agregado (ODUM, 2001). Quanto mais alto o índice de transformidade maior a aplicação do que foi produzido para os ecossistemas e para os humanos, mas cabe ressaltar que os sistemas de produção podem ter diferentes transformidades de acordo com as circunstâncias ambientais e econômicas (ODUM, 1996).

A análise energética é realizada em três etapas: (a) análise dos fluxos energéticos de entrada e saída do sistema; (b) obtenção dos índices energéticos; (c) interpretação dos índices energéticos (ODUM, 1996).

O primeiro passo para a aplicação da análise emergética é conhecer detalhadamente o sistema em estudo. De acordo com Ortega (2002,) denomina-se como sistema o conjunto de elementos com atributos e funções específicas, que interagem entre si e com o meio externo de forma organizada (natural ou artificialmente), conformando assim um ente funcional. Essa tarefa parece inicialmente fácil, mas quando mal realizada ou detalhada, os resultados não representam com fidelidade a realidade. Para auxiliar nessa tarefa, Howard T. Odum desenvolveu símbolos com diferentes significados para serem utilizados na elaboração de diagramas sistêmicos (Figura 03) (ODUM, 1996).

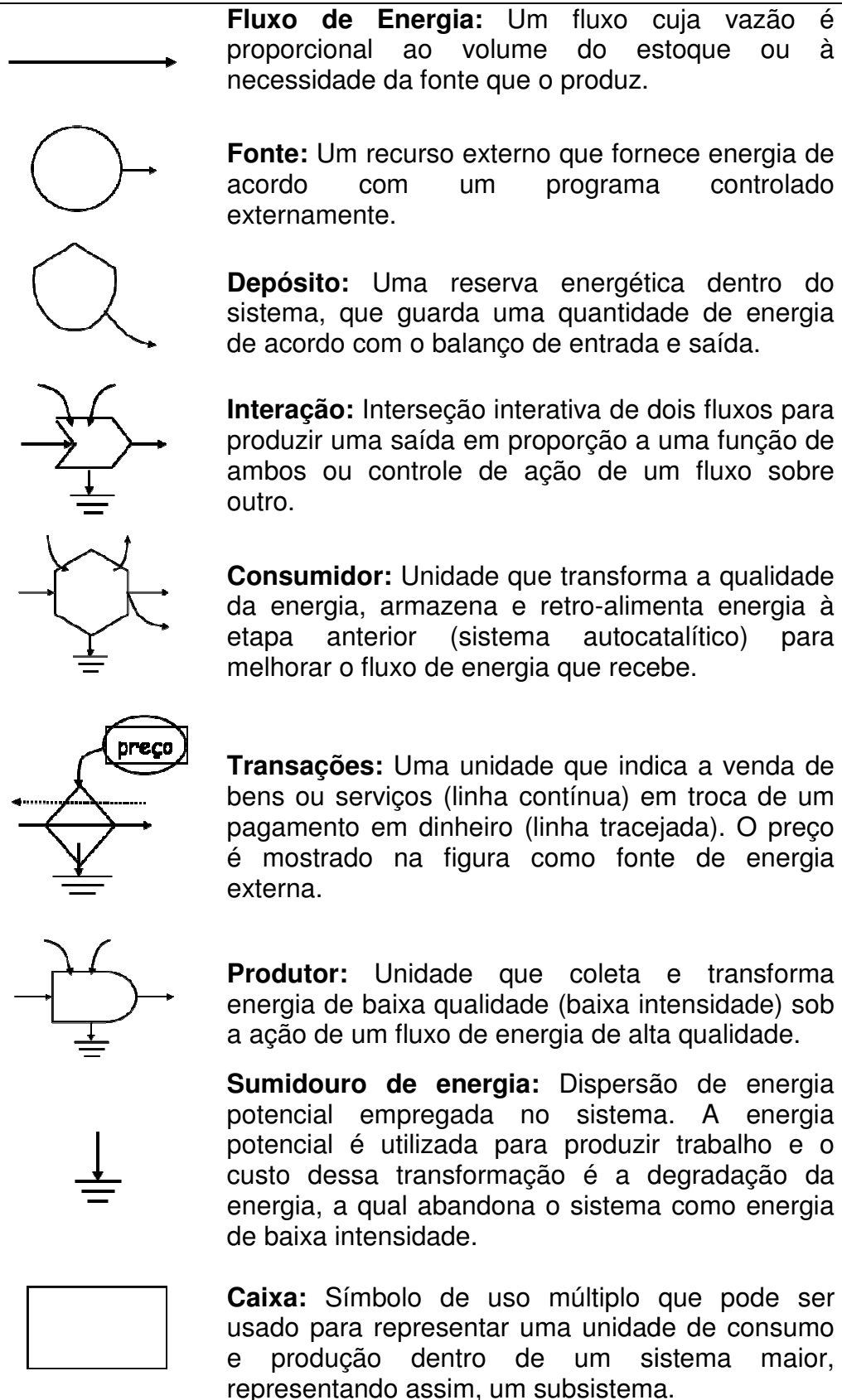


FIGURA 03: Simbologia sistêmica utilizada para representação de diagramas sistêmicos. Adaptado de Odum (1996).

As fontes de recursos que compõem qualquer processo podem ser divididas em três classes: renováveis, não renováveis e provenientes da economia. Esta divisão é fundamental para o estudo emergético e a inter-relação do setor ou processo com o meio ambiente (BARRELLA et al., 2005). Na Figura 04 observam-se que fluxos de entrada em um sistema de produção são divididos em reservas não-renováveis (N), serviços e produtos do ambiente renováveis (R) e fluxos provenientes da economia (F) que são compostos de recursos materiais (M) e serviços (S) e ainda o total de saída (Y) (ODUM et al., 2000).

A proposta do diagrama sistêmico é conduzir a um inventário crítico dos processos, estoques e fluxos que são importantes para o sistema sob estudo, os quais serão então valorados. Os componentes e fluxos do diagrama são ordenados da esquerda para a direita, de maneira que à esquerda estão representados os fluxos com maior energia disponível. Para a direita existe um decréscimo deste fluxo com cada transformação sucessiva de energia (ODUM et al., 2000).

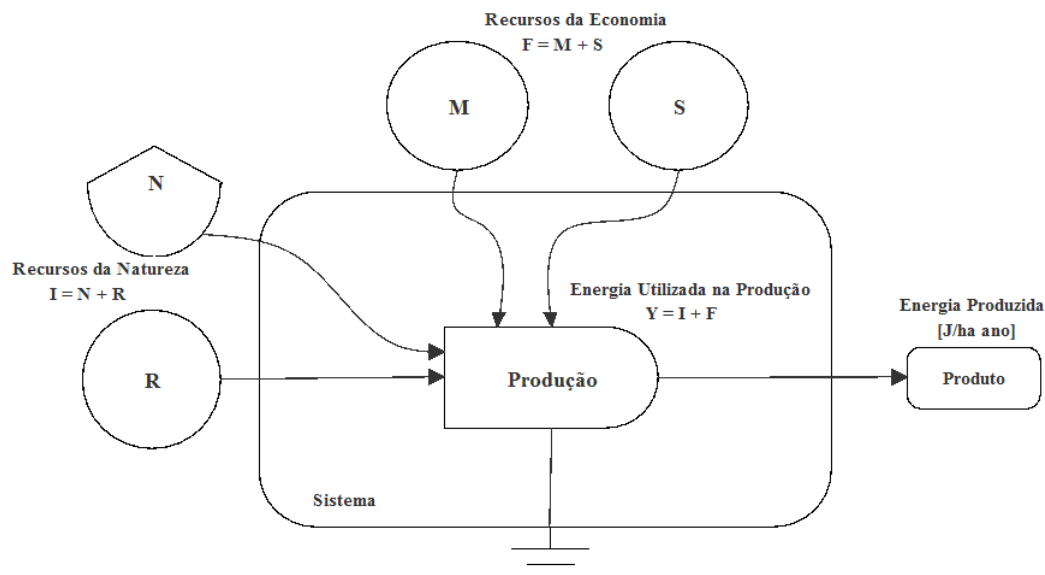


FIGURA 04 – Diagrama ecossistêmico de fluxos emergéticos. Adaptado de Odum (2000)

Quando os fluxos energéticos específicos são definidos, pode-se obter alguns índices que facilitam o estudo e podem servir de indicadores como o Rendimento Energético (EYR), o Investimento Energético (EIR), o impacto ambiental ou índice de carga ambiental (ELR), o Índice de Sustentabilidade (SI ou EIS) e o percentual de energia renovável (%R), entre outros (ULGIATI & BROWN, 2002).

Para conhecer a importância para o consumidor, calcula-se o rendimento energético que é a razão entre energia incorporada no produto pela energia dos insumos que provém da economia ( $EYR=Y/F$ ). O valor indica quanta energia primária é disponibilizada para o produto ou processo. Para prever se o uso de recursos da economia (investimento monetário) em um projeto terá uma boa contrapartida de recursos naturais (até hoje gratuitos), calcula-se a razão de investimento de energia (*Energy Investment Ratio*). Ela mede a proporção de energia retro-alimentada do setor econômico em relação às entradas de energia do ambiente ( $EIR=F/I$ ). Esta razão indica quão econômico é o processo ao usar os investimentos da economia. A razão de intercâmbio de energia (*Energy Exchange Ratio*), o EER, é a proporção de energia recebida em relação à energia entregue em uma transação comercial. As matérias-primas tais como minerais e os produtos rurais provenientes da agricultura, pesca e silvicultura, tendem a ter um alto valor de EER, quando são comprados a preço de mercado. O dinheiro somente paga os serviços humanos e não o extenso trabalho realizado pela natureza. Para fazer uma análise completa de um sistema que produz um bem ou um serviço pode-se calcular sua *renovabilidade energética*, que é a razão entre a energia dos recursos renováveis usados e a energia total usada no sistema. As nações desenvolvidas

possuem índices de renovabilidade baixos e aos países ditos em desenvolvimento as razões são altas (ORTEGA, 2002).

O conceito de sustentabilidade que está atrelado à maximização de EYR (rendimento emergéticos) e a minimização do impacto - ELR, ou seja, o máximo do aproveitamento do investimento com um mínimo de estresse dos recursos inerentes ao sistema, pode ser representado pelo índice de sustentabilidade SI (EYR/ELR) (ULGIATI & BROWN, 2002).

Para Sinisgalli (2006) a análise emergética que alguns autores consideram uma vertente da Economia-Ecológica, parece ser um indicador de valor mais apropriado para o estudo das relações ecossistêmicas e econômicas. Da mesma forma Albuquerque et al. (2006) relatam que os indicadores emergéticos permitem discutir a sustentabilidade e a competitividade, sugerindo práticas de manejo para evitar e/ou reduzir os impactos ambientais nos sistemas estudados.

### 3.5.3 – Estudos e Aplicabilidade

Em seus estudos Brown & Ulgiati (2002) se utilizam da metodologia emergética para avaliação da sustentabilidade em diferentes sistemas de geração de energia, comparando seis sistemas de geração de energia sendo alguns baseados em fontes renováveis e outros na queima de combustíveis fósseis. Estes autores demonstram a alta eficiência de plantas de geração energética baseadas no consumo de matéria não renovável, porém demonstram também seus baixos índices de renovabilidade, ou seja, insustentáveis a curto e médio prazo.

A utilidade da avaliação emergética combinada a seus índices na avaliação comparativa de sistema convencional e orgânico da produção de laranja na região

da Cecília – Itália, foi estudado por Rosa et al. (2008) demonstrando a maior sustentabilidade do sistema orgânico.

Zhang et al. (2009) utilizaram a metodologia emergética para avaliar a sustentabilidade da produção de aço na China durante o período de 1998 a 2005. Seus resultados mostraram que a sustentabilidade é muito baixa e em declínio, principalmente pelo fato do elevado índice de emissões atmosféricas e uso exagerado de recursos não-renováveis.

Também na China, Chen et al. (2006) em estudos relacionados a sustentabilidade emergética da agricultura chinesa entre os anos de 1980 (época da reforma da China) até o ano de 2000, apontam uma variação temporal de índices. Estes indicaram aumento da relação de carga ambiental (ELR), diminuição da taxa de auto-sustentação de energia (ESI) e da razão de rendimento decrescente de energia (EYR). Estes resultados mostram um enfraquecimento da sustentabilidade após a transição da característica chinesa agroecossistema para uma tradição de auto-apoio à indústria moderna, baseada sobre o consumo de recursos não-renováveis.

Utilizando a metodologia emergética, Cavalett & Ortega (2009) estudaram o equilíbrio de nutrientes e a avaliação econômica da produção e industrialização de soja no Brasil. As principais conclusões deste trabalho foram que a fase agrícola usa a maior quantidade de recursos e a relação de troca emergética mostra que os agricultores estão entregando cerca de seis vezes mais energia no grão de soja que está sendo vendido do que em relação a energia que estão recebendo em dinheiro pago por ele.

Em estudos de desempenho emergético e econômico do cultivo de banana em Guadalupe nas Antilhas Francesas, Barros et al. (2009) demonstram que o

desenvolvimento sustentável da produção de banana, neste local, depende de uma mudança do modelo de alta entrada de energia fóssil para um modelo de uso de recurso natural. Nesse sentido, a análise de fluxo de energia que demonstra a inovação para práticas ambientalmente saudáveis que aumentem a ciclagem de nutrientes, integrem controle alternativo de ervas daninhas, pragas, doenças e ainda, melhorem o processo de embalagem de bananas, poderiam resultar em maior impacto positivo na sustentabilidade global. A análise econômica indicou que os altos custos trabalhistas contribuem largamente para a dependência na produção de bananas em subsídios agrícolas.

A metodologia emergética também foi utilizada por Rydberg & Haden (2006) para a avaliação da evolução agrícola dinamarquesa entre os anos de 1936, 1970 e 1999. Esta demonstrou que enquanto a agricultura continuar a ser uma forma de captação de recursos locais por parte das economias industrializadas o desenvolvimento insustentável do sistema agrícola estudado se consolida e será continuado.

Em levantamento sobre a sustentabilidade do sistema tradicional de criação de bovino de corte nos pampas da Argentina, Rótolo et al. (2006) demonstram que tal sistema depende de 61% na energia advinda da chuva e a soma total de utilização de recursos da natureza é de 85%, sendo que a demanda de recursos advindos da economia significou apenas 4% do total de energia. Os mesmos autores apontam a energia como sendo um método eficiente de reconhecer e recompensar os agricultores e pecuaristas que possuem métodos sustentáveis de produção.

A aplicação da metodologia emergética em sistemas de produção agropecuária pode ser observada em trabalho proposto por Wada & Ortega (2003).



Trata-se de estudos comparativos sobre sistemas contrastantes de produção leiteira, sendo um sistema agroindustrial de produção no estado da Flórida – EUA e um sistema tradicional familiar da região de Botucatu – SP. Os resultados indicam que o uso de fontes de energia não renováveis em relação às renováveis é elevado na Flórida e menor em Botucatu, o que a longo prazo revela a insustentabilidade do atual sistema de produção, se ampliado como padrão para uma dada região, no caso o estado da Flórida.

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 – METODOLOGIA EMERGÉTICA

A análise emergética consistiu na caracterização dos sistemas, elaboração do diagrama sistêmico, organização da tabela de avaliação emergética, determinação dos índices emergéticos e interpretação dos resultados.

A caracterização dos sistemas estudados constituiu-se na busca e coleta de informações pertinentes aos locais de estudo incluindo dados geográficos e estatísticos (IBGE, 2006; 2009), dados climáticos e ambientais (INMET, 2009; PEREIRA et al., 2002; CARAMORI et al., 1985; VALIATI et al., 2000) e dados cognitivos locais.

A elaboração do diagrama sistêmico se deu através da identificação dos componentes principais de entrada e saída dos sistemas estudados, seguido pela montagem simbólica dos mesmos de acordo com o apresentado na Figura 05 (ODUM, 1996).

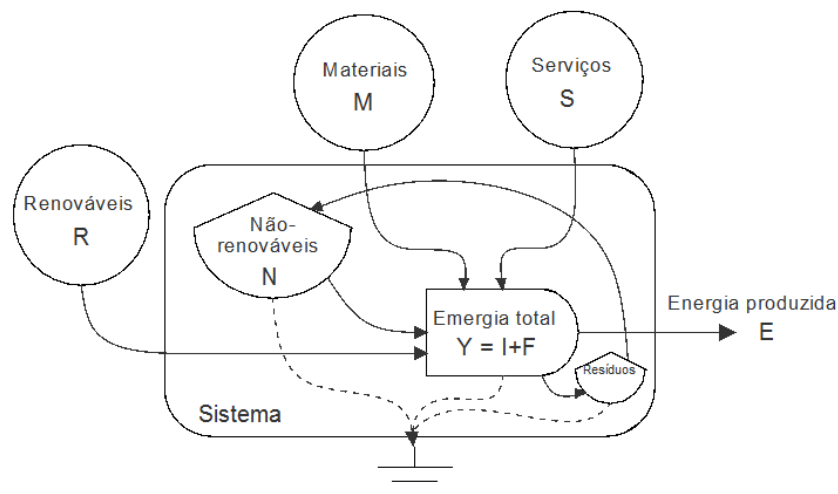


FIGURA 05: Diagrama genérico que representa os fluxos de energia que entram, saem e se interagem dentro de um sistema. Adaptado de Odum (1996)

A construção da tabela de fluxo de energia se dá através da conversão de cada unidade de entrada em fluxo de energia, assim como demonstrado na figura 06.

Nota	Nome das contribuições	Valor numérico	Unidades	Transformidade	Fluxo de energia	%
<b>R</b>	<b>Recursos de natureza renovável</b>					
R <sub>1</sub>	Sol	5,36E+13	J ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	1,00E+00	5,36E+13	1,07%
R <sub>n</sub>	–	..	–	..	..	..
<b>N</b>	<b>Recursos de natureza não-renovável</b>					
N <sub>1</sub>	Perda de solo	..	–	..	..	..
N <sub>n</sub>	–	..	–	..	..	..
<b>M</b>	<b>Materiais da economia</b>					
M <sub>1</sub>	Ração	..	–	..	..	..
M <sub>n</sub>	–	..	–	..	..	..
<b>S</b>	<b>Serviços da economia</b>					
S <sub>1</sub>	Assistência técnica	2,3	US\$ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	2,68E+12	6,38E+12	0,05%
S <sub>n</sub>	–	..	–	..	..	..

FIGURA 06: Esquema de organização da tabela de cálculo dos fluxos de energia. Fonte: Adaptado de Agostinho (2005).

Para o cálculo de fluxo energético foram utilizados valores de transformidade já determinados por outros autores (Anexo 01), bem como alguns valores calculados no presente trabalho. Para o valor da transformidade monetária utilizou-se a Equação 01 proposta por Agostinho (2005), com base em Coelho et al. (2002).

$$\frac{\text{energia}}{\text{dólar}} = \frac{\left( 248 + 878,16 * e^{\frac{-(ano-1981)}{9,49}} \right)}{100} \quad [\text{sej/US\$}]. 10^{12}$$

.....Equação 01

A taxa de câmbio média para o período em que se obtiveram os valores monetários nas propriedades, ano base 2010, foi obtida através de planilhas disponibilizadas pelo Banco Central do Brasil (BCB, 2010).

## 4.2 - ÍNDICES EMERGÉTICOS

Após a organização da tabela de avaliação emergética, foram calculados os índices conforme equações descritas a seguir.

Transformidade (Tr): (Equação 02) é definida como o quociente da energia de um produto por sua energia e é expresso em emjoules por Joule (sej/J, Joules de energia solar por Joule) (ODUM, 1996).

$$\mathbf{Tr = I+F/E} \dots\dots\dots\mathbf{Equação 02}$$

Onde,

I = Total de energia utilizada.

F = Total de energia advinda da economia.

E = Total de energia produzida.

Renovabilidade (%R): (Equação 03) é o percentual de energia renovável, ou seja, a parcela de energia total processada de um determinado sistema que provém de fontes de recursos renováveis (ODUM, 1996).

$$\mathbf{\%R = (R \times 100) / R+N+F} \dots\dots\dots\mathbf{Equação 03}$$

Onde,

R = Total de energia advinda de recursos naturais renováveis.

N = Total de energia advinda de recursos naturais não renováveis.

F = Total de energia advinda da economia.

Razão de Rendimento Energético Líquido (EYR): (Equação 04) este índice reflete a habilidade do processo de utilizar recursos locais (ULGIATI e BROWN, 2002), mas não diferencia recursos renováveis de não-renováveis.

$$\text{EYR} = (Y/F) \quad \text{sendo, } Y = R+N+F \quad \dots\dots\dots\text{Equação 04}$$

Onde,

Y = Total de energia utilizada.

R = Total de energia advinda de recursos naturais renováveis.

N = Total de energia advinda de recursos naturais não renováveis.

F = Total de energia advinda da economia.

Razão de Investimento de Energia (EIR): (Equação 05) o investimento energético é a relação entre a energia fornecida pelo sistema econômico e a fornecida diretamente pelo meio ambiente ao sistema estudado, quer seja renovável ou não-renovável (ODUM, 1996).

$$\text{EIR} = F/ (N+R) \quad \dots\dots\dots\text{Equação 05}$$

Onde,

F = Total de energia advinda da economia.

N = Total de energia advinda de recursos naturais não renováveis.

R = Total de energia advinda de recursos naturais renováveis.

Carga Ambiental (ELR): (Equação 06) é a relação entre a soma da energia de entrada proveniente do sistema econômico e do recurso local não-renovável e a energia do recurso local renovável, onde um valor alto de ELR pode indicar um estresse de utilização dos recursos renováveis locais (ODUM, 1996).

$$\text{ELR} = (N+F)/R \dots\dots\dots\text{Equação 06}$$

Onde,

N = Total de energia advinda de recursos naturais não renováveis.

F = Total de energia advinda da economia.

R = Total de energia advinda de recursos naturais renováveis.

Razão de Intercâmbio de Energia (EER): (Equação 07) é a energia do produto final dividida pelo valor em energia do pagamento recebido pela venda deste produto (ODUM et al., 2000; SARCINELLI & ORTEGA, 2006).;

$$\text{EER} = Y/(\$ \text{ recebido} \times (\text{seJ}/\$)) \dots\dots\dots\text{Equação 07}$$

Onde,

Y = Total de energia utilizada.

\$ recebido = Valor em moeda recebido pela produção.

Sej/\$ = Valor emergético da moeda.

Índice de Sustentabilidade (ESI): (Equação 08) é obtido a partir da relação entre o rendimento emergético e o índice de carga ambiental. O conceito de sustentabilidade está

atrelado à maximização de EYR (rendimento) e a minimização de ELR (impacto), ou seja, o máximo do aproveitamento do investimento com um mínimo de estresse dos recursos locais (ODUM, 1996).

**ESI = EYR/ELR** .....Equação 08

Para auxiliar na interpretação dos índices calculados utilizou-se o diagrama ternário, que segundo Giannetti et al. (2007) são ferramentas de grande valia na interpretação dos dados e na utilização de suas propriedades.

Procedeu-se ainda o cálculo de indicador fundiário (IF) (Equação 09) e rendimento econômico simples (IES) (Equação 10) para as duas unidades estudadas (AGOSTINHO, 2005).

**IF = ha (propriedade)/Pessoas ocupadas** .....Equação 09

**IES = (vendas-custos)/vendas** .....Equação 10

#### 4.2.1 – Índices emergéticos modificados

Visando uma possível melhoria na visualização dos dados levantados, bem como uma possível interpretação de maneira mais detalhada, utilizou-se a metodologia emergética modificada proposta por Ortega (2002).

Para os cálculos dos índices emergéticos modificados propostos por Ortega (2002), leva-se em consideração a renovabilidade parcial dos fluxos de entrada no sistema. Os valores de renovabilidade parcial para os fluxos utilizados foram obtidos de Ortega (2002) e Cavallet (2004). Nesta modificação não se alteram os valores de Tr e EER, visto que estes levam em consideração apenas o fluxo total de energia, porém são alterados os valores de

EYR (Equação 11), EIR (Equação 12), ELR (Equação 13), %R (Equação 14), SI (Equação 15).

$$\mathbf{EYR_m = Y/(M_n+S_n)} \dots\dots\dots \text{Equação 11}$$

$$\mathbf{EIR_m = (M_n+S_n)/(R+M_r+S_r+N)} \dots\dots\dots \text{Equação 12}$$

$$\mathbf{ELR_m = (N+M_n+S_n)/(R+M_r+S_r)} \dots\dots\dots \text{Equação 13}$$

$$\mathbf{\%R_m = 100 \cdot (R+M_r+S_r)/Y} \dots\dots\dots \text{Equação 14}$$

$$\mathbf{ESI_m = EYR_{(modificado)}/ELR_{(modificado)}} \dots\dots\dots \text{Equação 15}$$

Onde:

$M_n$  = Fração não renovável de materiais

$M_r$  = Fração renovável de materiais

$S_n$  = Fração não renovável de serviços

$S_r$  = Fração renovável de serviços

Subscrito m = modificado



### 4.3 – UNIDADES ESTUDADAS

Selecionaram-se para o estudo duas unidades familiares de produção leiteira. Tais unidades foram selecionadas devido a suas importâncias, ou seja, unidades familiares com comprovada importância econômica e social.

Foi selecionada uma propriedade (Chácara Alcerich) situada na região dos Campos Gerais, município de Palmeira, estado do Paraná, e outra (Sítio Família Méier) na região Norte Catarinense, no município de Dionísio Cerqueira, estado de Santa Catarina. A primeira por situar-se em uma comunidade típica da região e representar um sistema familiar de produção considerado tradicional, já descrita por Eurich et al. (2009). A segunda, também com sistema familiar de produção, por estar inserida em uma região onde a predominância é de propriedades familiares e por adotar o sistema de Pastoreio Racional Voisin – PRV há mais de 12 anos.

A Chácara Alcerich, situada a latitude de 25° 23' 24,34" S, longitude de 49° 56' 30,46" O e altitude de 864 m, insere-se em uma colônia de agricultores familiares, que de acordo com Eurich et al. (2009a, 2009b) é formada por 51 produtores (93% destes caracterizados como familiares) que são responsáveis por 14% da produção leiteira do município de Palmeira. Segundo dados do IBGE (2009), dos 2.231 estabelecimentos rurais do município 522 possuem atividade de pecuária leiteira e respondem por uma produção de 45,573 milhões de L ano<sup>-1</sup>.

O Sítio Família Méier situa-se a latitude de 26° 16' 54,72" S, longitude de 53° 37' 10,56" O e altitude de 830 m, no município de Dionísio Cerqueira – SC. O município possui um total de 1.329 estabelecimentos agrícolas sendo que destes 68% (908 estabelecimentos) possuem produção leiteira, representando uma produção de 15,793 milhões de litros de leite ano<sup>-1</sup> (IBGE 2009). A propriedade estudada apresenta-se como um

referencial regional na técnica do uso do PRV, servindo como modelo para inúmeras visitas de difusão da técnica (EPAGRI, 2008).

#### 4.4 - COLETA DE DADOS

A coleta de dados estabeleceu-se de acordo com o que preconiza o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária/ Food and Agriculture Organization of the United Nations - INCRA/FAO (1999), ou seja, as unidades avaliadas foram tratadas com enfoque sistêmico:

*Existem vários métodos de análise do meio rural e da agricultura que se baseiam no enfoque sistêmico, cada qual enfatizando um ou outro aspecto dos processos técnicos e econômicos. Há, por exemplo, abordagens que priorizam os fluxos de fertilidade e de energia e outras que privilegiam as questões econômicas (INCRA/FAO 1999).*

O método de avaliação estabelecido pelo INCRA/FAO (1999) baseia-se em uma metodologia centrada nos atores da história dos sistemas agrários, com ênfase nos agricultores familiares, ou seja, por meio da análise-diagnóstico de sistemas agrários. Segundo Benedito (2008), consiste em um método de estudo da agricultura concebido originalmente para o estabelecimento de linhas estratégicas de desenvolvimento local relacionadas a este setor.

Para o recolhimento de informações inerentes aos sistemas estudados, optou-se pela elaboração de roteiro para entrevista acompanhado de acesso a dados técnicos e econômicos das propriedades. Utilizou-se roteiro de entrevista (Figura 07) ao invés de questionário fechado pré-determinado, pois de acordo com INCRA/FAO (1999) a experiência tem demonstrado que questionários elaborados fora das áreas em estudo, sem conhecimento da problemática local, podem gerar atrasos e imprecisões no trabalho. Além

disso, questionários fechados dificilmente permitem estabelecer correlações entre os diferentes elementos levantados (o que é fundamental na análise sistêmica) ou incluir um elemento novo que apareça durante a pesquisa.

A experiência também mostra que a entrevista aberta, que permite acompanhar o pensamento dos próprios agricultores, é capaz de revelar informações qualitativas preciosas para o diagnóstico (INCRA/FAO 1999).

---

### **1. A família e a mão-de-obra disponível:**

- a) a história e a trajetória de acumulação da família;
- b) a mão-de-obra familiar disponível (a quantidade e a qualidade, as divisões de gênero e de idade, os períodos de disponibilidade, etc.);
- c) eventualmente, a mão-de-obra não familiar utilizada, tais como assalariados, mutirões, trocas de dias de trabalho, formas coletivas de trabalho (a quantidade, a qualidade, as relações de trabalho, etc.);
- d) eventualmente, as fontes de renda não agrícola.

### **2. A unidade de produção:**

- a) os meios de produção disponíveis - terra, instalações e equipamentos (a quantidade e a qualidade, a modalidade de aquisição, os períodos de disponibilidade, a utilização efetiva);
- b) o acesso a recursos externos (o financiamento, os subsídios, a infraestrutura, etc.);
- c) eventualmente, as relações sociais que garantem o acesso a esses recursos e os meios de produção (arrendamento, condomínios, cooperativas, etc.);
- d) as principais produções (os diferentes sistemas de cultivo e de criação).

### **3. Os sistemas de cultura:**

- a) os consórcios e as rotações de culturas;
  - b) os itinerários técnicos (a sucessão de operações realizadas, as quantidades e a qualidade de cada recurso utilizado) e o calendários de trabalho;
-

---

c) os problemas técnicos enfrentados;

d) o nível e o destino da produção.

**4. Os sistemas de criação:**

a) os itinerários técnicos;

b) as relações com os sistemas de cultivo (a utilização de pastagens, as capineiras, os grãos, o uso de esterco, etc.);

c) os problemas técnicos;

d) o nível e o destino da produção.

**5. Os sistemas de processamento dos produtos** (o mesmo esquema dos outros subsistemas);

**6. As atividades complementares** (extrativismo, atividades necessárias à subsistência da família, prestação de serviços ou trabalho fora da propriedade, etc.).

**7. As combinações dos sistemas de cultura com os de criação:**

a) os fluxos de fertilidade e de produtos no tempo e no espaço (concorrência ou complementaridade dos componentes do sistema de produção);

b) o calendário de trabalho (concorrência entre sistemas de cultivo e os de criação);

c) o calendário do fluxo monetário (concorrência entre sistemas de cultivo e os de criação);

d) o calendário de uso dos principais equipamentos (concorrência entre sistemas de cultivo e os de criação).

---

FIGURA 07: Roteiro de entrevista adotado para coleta de dados. Adaptado de INCRA/FAO (1999)

---

De posse dos dados da análise-diagnóstico das propriedades estudadas, procedeu-se a avaliação emergética das mesmas como já descrito.

## **5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 – MÉTODO ANÁLISE-DIAGNÓSTICO**

O método análise-diagnóstico (INCRA/FAO, 1999) utilizado para a coleta de dados foi útil para as propriedades estudadas. A flexibilidade inerente ao modelo de entrevista foi importante, esta permitiu a construção da dialética com os produtores, de tal forma que os dados dos processos estudados fossem sendo resgatados cronologicamente, sendo o papel do moderador/entrevistador/pesquisador de suma importância.

Devido ao claro objetivo pré-estabelecido para análise dos dados a serem coletados, o moderador pode temporalmente direcionar sua entrevista, fato que não é possível em questionários “fechados”. Porém, a metodologia de coleta dos dados deve ser precedida de estudo detalhado do sistema a ser avaliado, ou seja, no caso do presente estudo foram realizadas visitas prévias para conhecimento dos sistemas, bem como realizada ampla revisão bibliográfica referente ao sistemas inerentes a cada unidade de produção.

### **5.2 - DESCRIÇÃO DAS PROPRIEDADES**

#### **5.2.1 - Sítio Família Méier**

O sítio Família Méier (Figura 08) possui uma área total de 27 ha, sendo deste total 21,6 ha destinados para a atividade pecuária durante o inverno e 19,2 ha para o verão, sendo o restante (20%) área de preservação ambiental. O rebanho total da propriedade é composto por 71 animais mestiços com predominância da raça

Jersey, estando em lactação 27 animais  $\text{mês}^{-1}$  durante o período de estudo (ano de 2010).



FIGURA 08: Visão do Sítio Família Méier, Dionísio Cerqueira, SC, 2010

O manejo alimentar adotado na propriedade baseia-se no Pastejo Racional Voisin – PRV, estabelecido na propriedade há 12 anos, sendo este composto de 136 piquetes, onde 50% já se encontram completamente estabilizados (12 anos), 45% em estágio intermediário de implantação (4 a 6 anos) e apenas 5% em fase inicial de implantação (6 meses) (Figura 09). Os sistemas de produção leiteira a campo, ou seja, em sistema de pastejo podem ser mais sustentáveis, devido à conversão direta de energia contida na biomassa em energia metabolizável por seres humanos (GLIESSMAN, 2001). As forrageiras presentes nos piquetes são bastante variadas, com a presença, em maior escala, de trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), aveia (*Avena sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum*

Lam.), missioneira gigante (*Axonopus jesuiticus* Valls.), hermátria (*Hermatria altissima* (Poir) Stapff Hubbard), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Kraprov & Gregory), maku (*Lotus uliginosus* Schkuhr), entre outras espécies.



FIGURA 09: Pastejo Rotacionado Voisin – PRV do Sítio Família Méier, Dionísio Cerqueira, SC, 2010

O trabalho na propriedade é realizado pela família, composta por um casal (idade superior a 60 anos) e um filho (idade inferior a 30 anos) que ajuda nas atividades técnicas e administrativas, e conta ainda com o trabalho de mais um casal contratado. Além da atividade pecuária, a propriedade ainda integra outras atividades, sendo pomares de laranja junto a alguns piquetes de pastoreio de

terneiras (animais mais jovens), tanques para a piscicultura, apiários em áreas de mata, recebendo ainda visitas para fins didáticos em relação ao PRV, as quais também geram renda ao sítio.

### 5.2.2 - Chácara Alcerich

A chácara Alcerich possui uma área total de 30 ha, destinando para a atividade leiteira cerca de 20 ha, sendo o restante da área de mata para preservação permanente e reserva legal ambiental. A pecuária leiteira é a única atividade da propriedade, que possui um rebanho total de 45 animais da raça holandesa (Figura 10), estando em lactação em média 20 animais  $\text{mês}^{-1}$  durante o ano de 2010.



FIGURA 10: Rebanho predominantemente da raça holandesa, Chácara Alcerich Palmeira, PR, 2010

O sistema de produção leiteira adotado na propriedade pode ser considerado convencional, ou seja, parte da área com pastagem perene de brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf.) sem piqueteamento, parte da área destinada à semeadura de



pastagem anual com aveia preta (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) durante o inverno e durante o verão o plantio de milho destinado à silagem (Figura 11).

A chácara Alcerich ainda se utiliza de pequenas áreas vizinhas que totalizam 4,45 ha destinados para a cultura de milho durante o verão e para a produção de silagem e grãos para fabricação de ração. Parte destas áreas vizinhas (2,44 há) destina-se, ainda, para a produção de sementes de pastagens durante o inverno, sendo basicamente aveia e azevém.

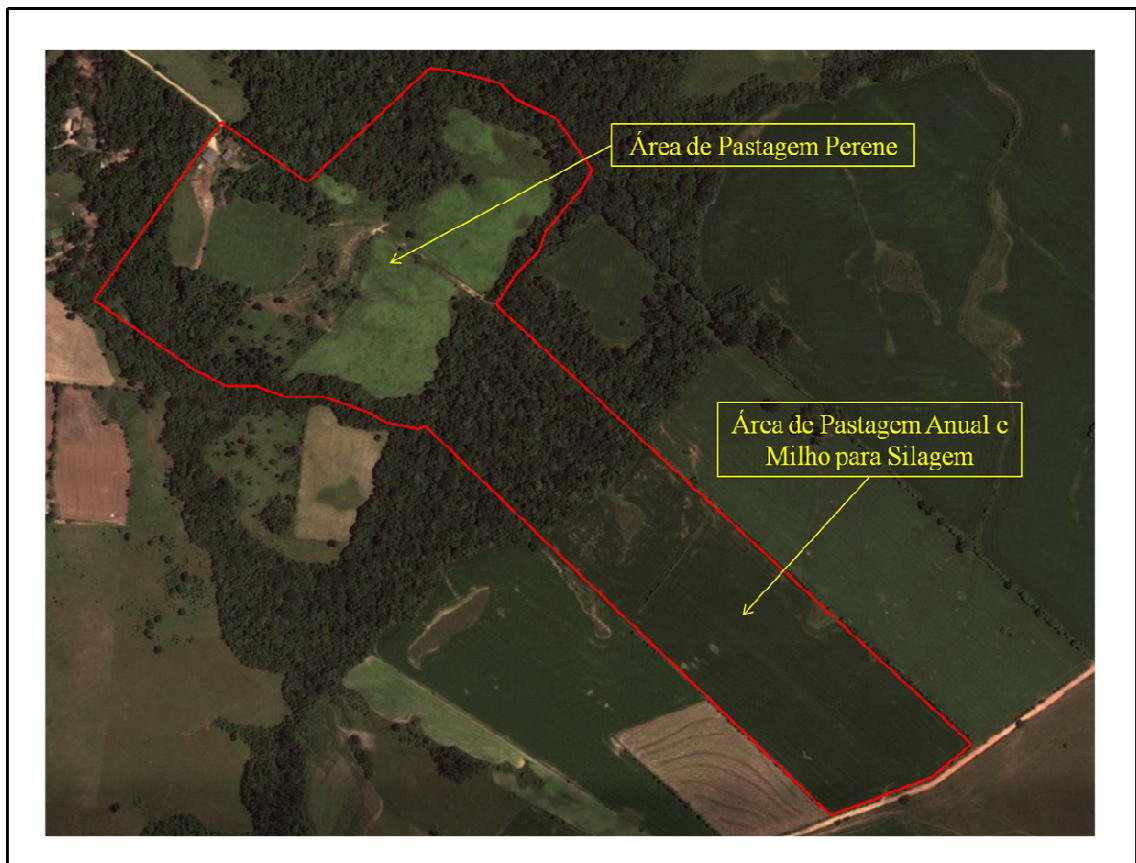


FIGURA 11: Sistema de produção adotado na Chácara Alcerich Palmeira, PR, 2010

O trabalho na propriedade é realizado pela família, composta por um casal (idade superior a 50 anos).

### 5.3 - ANÁLISE EMERGÉTICA DAS PROPRIEDADES

#### 5.3.1 - Sítio Família Méier

Após a coleta de dados na propriedade, efetuou-se o diagrama sistêmico produtivo PRV do Sítio Família Méier, apresentado na figura 12, estando neste representado as entradas e saídas energéticas, bem como seu fluxo interno e o intercâmbio externo.

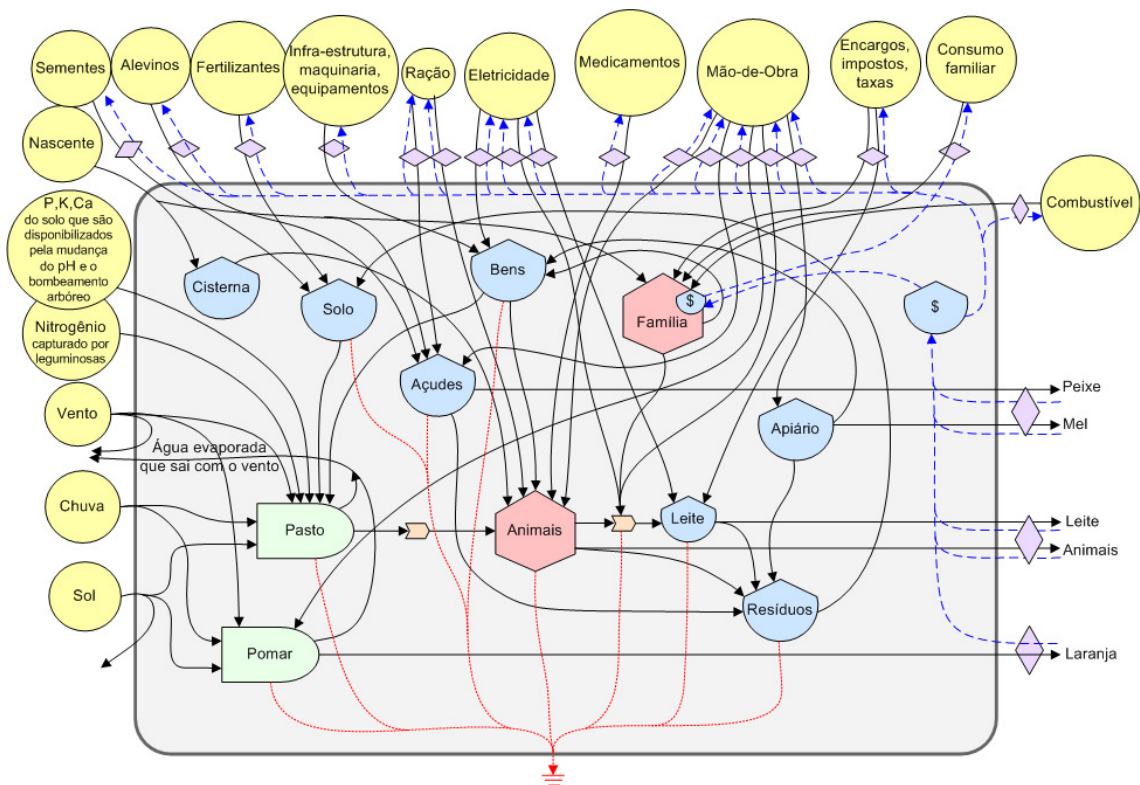


FIGURA 12: Diagrama sistêmico do Sítio Família Méier. Dionísio Cerqueira, SC, 2010

Após a elaboração do diagrama sistêmico, foi organizada a planilha de avaliação emergética (Anexo 02), sendo nesta computado o fluxo energético de entrada no sistema utilizado no Sítio Família Méier. Através desta obtém-se tabela de fluxo padrão emergético (Tabela 02) e diagrama sistêmico padrão (Figura 13).

TABELA 02: Avaliação energética padrão do Sítio Família Meier, Dionísio Cerqueira, SC, 2010

<b>Fluxo padrão</b>	<b>Fluxo de eMergia</b>	<b>%</b>
Recursos Naturais (I = R+N)	4,84E+15	57,36
Renováveis (R)	4,83E+15	57,29
Não Renováveis (N)	5,61E+12	0,07
Recursos da economia (F = M+S)	3,60E+15	42,64
Materiais (M)	2,42E+15	28,66
Serviços (S)	1,18E+15	13,98
Energia total (Y = I+F)	8,44E+15	100

Observa-se na tabela 02 que do total de energia demandada para o processo produtivo da propriedade, 57,36% provém de recursos naturais. Destes, 0,07% são considerados não renováveis, sendo basicamente a perda de solo agrícola, no caso estudado por se tratar de um sistema PRV estabelecido observa-se uma perda de solo muito pequena. Mesmo em se tratando de um sistema onde a maior demanda energética provém dos recursos naturais, observa-se ainda uma demanda de 42,64% de energia advinda de trocas com a economia onde grande parte destes recursos é representada por materiais (28,66%). O restante de energia advinda da economia demandada pelo sistema, 13,98%, é composto pela necessidade energética em serviços, ou seja, mão-de-obra tanto da família quanto de mão-de-obra contratada.

Estudo de Ortega et al. (2003) demonstra que a demanda energética em mão-de-obra simples para a produção agroquímica de soja é de aproximadamente 0,3%, o que indica uma maior importância de sistemas familiares de produção na demanda energética em mão-de-obra simples.

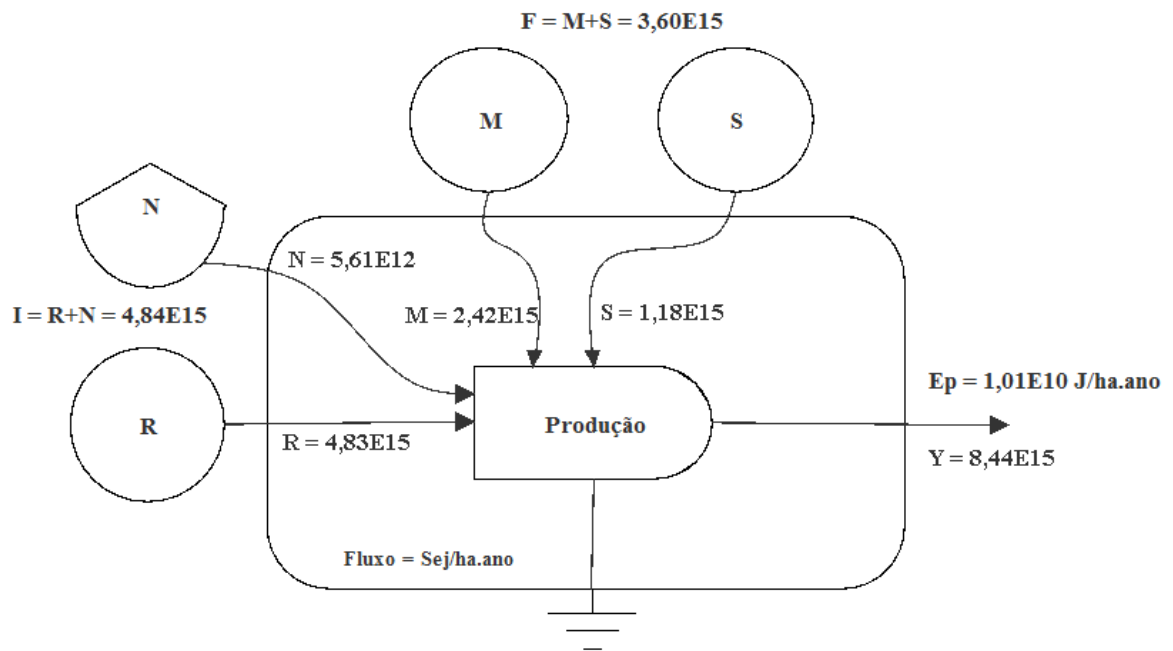


FIGURA 13: Diagrama de fluxo padrão de energia agregado do Sítio Família Méier, Dionísio Cerqueira, SC, 2010

Elaborou-se ainda demonstrativo das “saídas” da propriedade (Tabela 03), isto é, aspectos de produção, total de energia retirada da propriedade, dados de vendas de produtos e equivalentes energéticos.

A propriedade em estudo possui sua base produtiva ancorada na pecuária leiteira, com produção média de 3.750 kg de leite  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  que se somam a outras produções, como mel, peixe, laranja, bovinos para corte e ainda visitas à propriedade (foram recebidos 340 pessoas na propriedade no ano de 2010), ou seja, 12,5 visitas  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ .

TABELA 03: Produção total de energia retirada da propriedade, dados de vendas de produtos e equivalente energético no Sítio Família Méier, Dionísio Cerqueira, SC, 2010

<b>Produto</b>	<b>Produção (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)<sup>a</sup></b>	<b>Valor Energético (kcal Kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Energia do Produto (J ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)</b>	<b>Valor (U\$ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)</b>
Leite	3750,00	610 <sup>b</sup>	9,58E+09	1462,01
Mel	2,92	3040 <sup>b</sup>	3,71E+07	16,60
Peixe	12,50	1500 <sup>b</sup>	7,85E+07	59,29
Laranja	41,67	370 <sup>c</sup>	6,45E+07	59,29
Boi vivo	62,50	1200 <sup>b</sup>	3,14E+08	213,43
Visitação*	12,5	417 <sup>d</sup>	2,18E+07	14,23
<b>Total</b>			<b>1,01E+10</b>	<b>1824,84</b>
Despesas (U\$ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				<b>1130,28</b>
Emdolar da produção (Sej U\$ <sup>-1</sup> )				<b>4,89E+15</b>

\* visitas ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>;

<sup>a</sup> Dados coletados na propriedade; <sup>b</sup> Souza, (2006); <sup>c</sup> Agostinho, (2009); <sup>d</sup> Brown, (2001).

A produção média energética da propriedade para o ano de 2010 foi de 1,01E+10 J ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, demandando U\$ 1130,28 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em recursos pagos a economia. O equivalente em emdólares (sej.U\$<sup>-1</sup>) da produção da propriedade é de 4,89E+15 sej U\$<sup>-1</sup>.

### 5.3.2 - Chácara Alcerich

Na figura 14, representa-se o diagrama sistêmico com entradas e saídas energéticas, bem como o fluxo interno e de intercâmbio externo, considerando ainda três “subsistemas” externos, produção de milho silagem, milho grãos para ração e de semente de pastagens da Chácara Alcerich.

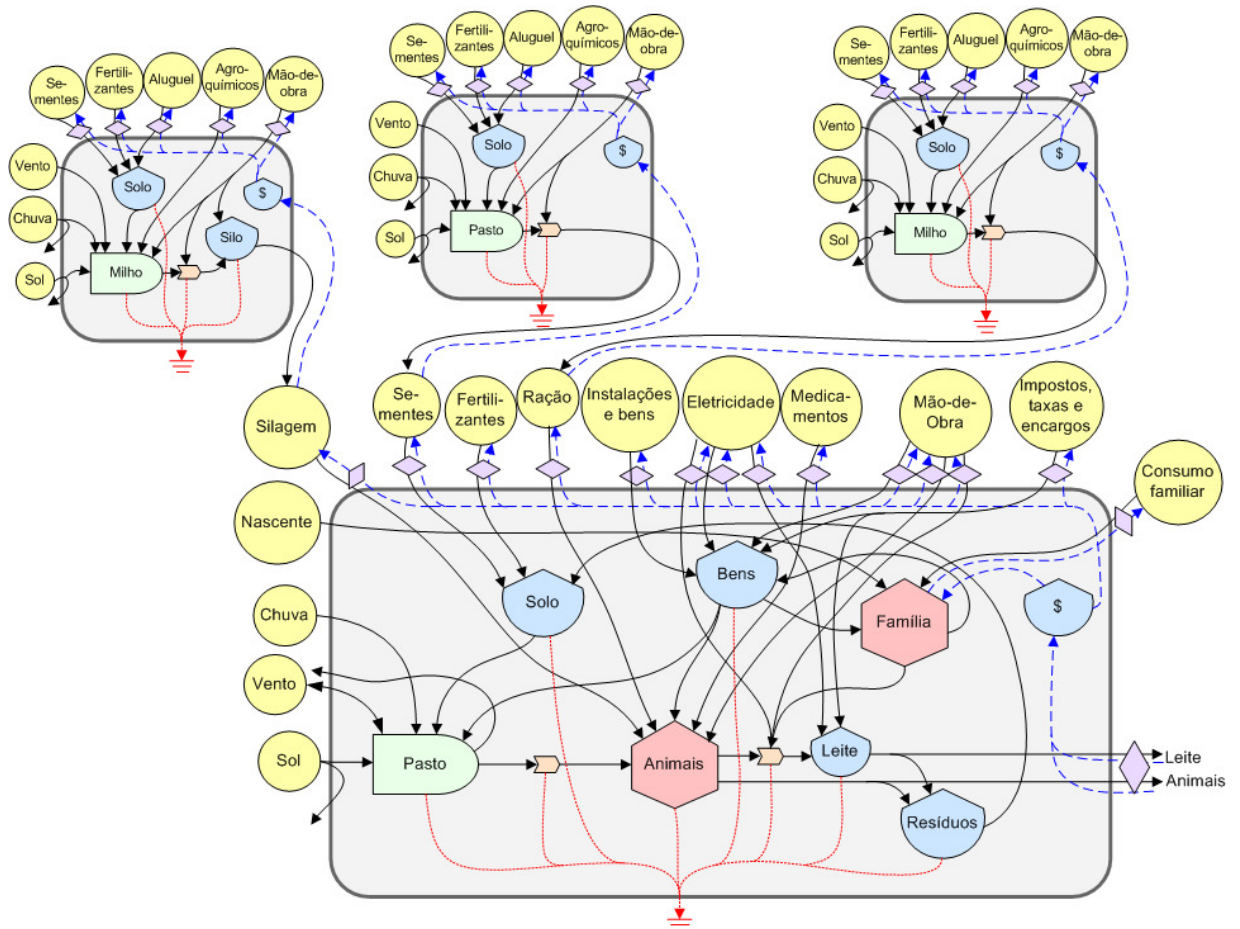


FIGURA 14: Diagrama sistêmico da Chácara Alcerich, Palmeira, PR, 2010

Na tabela 04 estão apresentados as avaliações energéticas resumidas dos subsistemas 1 (Produção de silagem de milho), 2 (Produção de milho para ração) e 3 (Produção de sementes de pastagem de aveia e azevém).

TABELA 04: Avaliação emergética padrão dos subsistemas 1 (Silagem de milho), 2 (Milho para ração) e 3 (Produção de sementes de pastagem de aveia e azevém) da Chácara Alcerich, Palmeira, PR, 2010

Fluxo padrão	Energia dos Sub-sistemas (sej ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )		
	1	2	3
Recursos Naturais (I = R+N)	2,52174E+15	2,52174E+15	2,3872E+15
Renováveis (R)	2,38159E+15	2,38159E+15	2,38159E+15
Não Renováveis (N)	1,40147E+14	1,40147E+14	5,60589E+12
Recursos da economia (F = M+S)	3,70154E+15	3,68412E+15	1,73332E+15
Materiais (M)	2,46819E+15	2,21968E+15	1,44076E+15
Serviços (S)	1,23335E+15	1,46444E+15	2,92555E+14
Energia total (Y = I+F)	6,22328E+15	6,20586E+15	4,12052E+15
Energia produzida (J ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	4,06E+11	3,47E+10	3,60E+09
Transformidade (Tr) (sej J <sup>-1</sup> )	<b>15.324</b>	<b>179.049</b>	<b>1.144.601</b>

Observa-se que se obteve valores de Tr bastante distintos para os três subsistemas, sendo o subsistema 1 de produção de silagem de milho o mais eficiente (Tr = 15.324 sej J<sup>-1</sup>), fato devido ao seu alto fornecimento de energia, sendo assim uma fonte eficiente e emergeticamente interessante para o fornecimento aos animais. O subsistema 2 de produção de milho para ração também apresentou-se como sendo eficiente (Tr = 179.049 sej J<sup>-1</sup>) e aplicável ao sistema. No subsistema 3 de produção de sementes de pastagens de aveia e azevém obteve-se um alto valor de transformidade (Tr = 1.144.601 sej J<sup>-1</sup>), indicando que para o sistema estudado (Chácara Alcerich) esta atividade não apresenta-se interessante, devido ao fato de demandar grande quantidade emergética para uma baixa produção energética.

Após a elaboração do diagrama sistêmico e estudo dos subsistemas foi elaborada a tabela de avaliação emergética (Anexo 03), sendo nesta computado todo o fluxo energético no sistema utilizado na Chácara Alcerich. A partir desta,

realizou-se o fluxo energético padrão (Tabela 05) e o diagrama de fluxo padrão (Figura 15).

TABELA 05: Avaliação energética padrão da Chácara Alcerich, Palmeira, PR, 2010

<b>Fluxo padrão</b>	<b>Fluxo de eMergia</b>	<b>%</b>
Recursos Naturais (I = R+N)	2,42E+15	48,00
Renováveis (R)	2,41E+15	47,89
Não Renováveis (N)	5,61E+12	0,11
Recursos da economia (F = M+S)	2,62E+15	52,00
Materiais (M)	2,50E+15	49,63
Serviços (S)	1,19E+14	2,37
Energia total (Y = I+F)	5,03E+15	100

Observa-se na tabela 05 que grande parte dos recursos energéticos empregados na propriedade provêm de intercâmbio com a economia, ou seja, 52,00% de toda energia requerida para a produção é comprada, sendo deste apenas 2,37% em serviços, visto que a propriedade possui como força de trabalho apenas o casal de proprietários. Os recursos naturais representam 48,00% do total, sendo destes apenas 0,11% considerados não renováveis, representados pela perda de solo e pelo consumo de água.



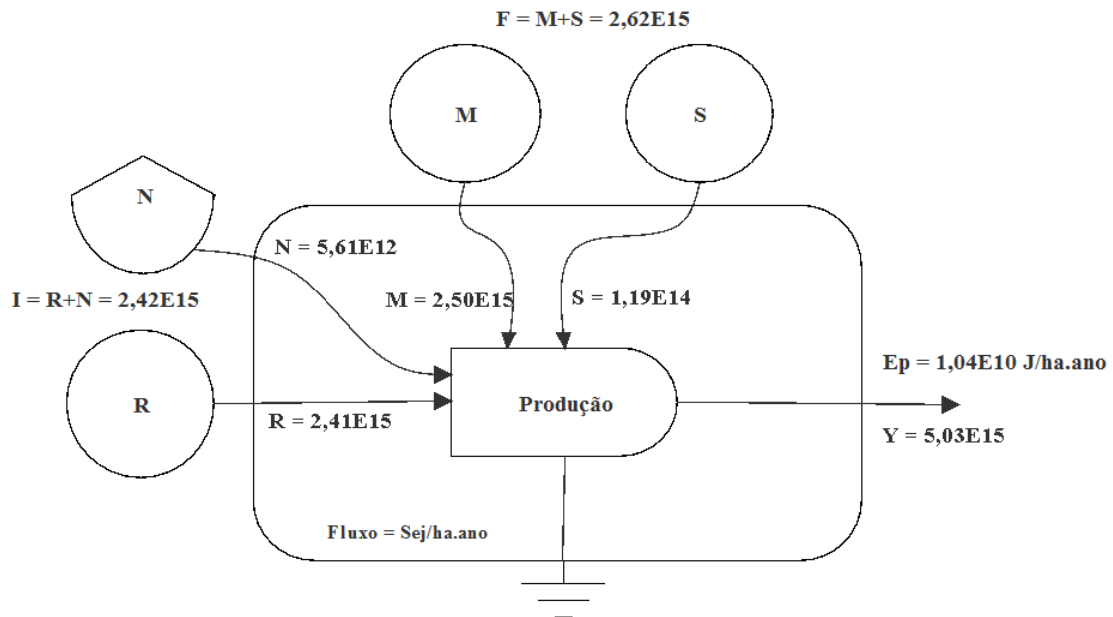


FIGURA 15: Diagrama de fluxo de energia agregado da Chácara Alcerich, Palmeira, PR, 2010

Elaborou-se ainda demonstrativo das “saídas” da propriedade (Tabela 06), isto é, aspectos de produção, total de energia retirada da propriedade, dados de vendas de produtos e equivalente emergético.

TABELA 06: Total de energia produzida na Chácara Alcerich, Palmeira, PR, 2010

Produto	Produção (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Valor Energético (Kcal Kg <sup>-1</sup> )	Energia do Produto (J ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Valor (U\$ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
Leite	4000	610 <sup>b</sup>	10,02E+10	1479,79
Carne*	27,5	1200 <sup>b</sup>	1,38E+08	55,00
<b>Total</b>			<b>1,04E+10</b>	<b>1534,80</b>
Despesas (U\$ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				<b>1026,65</b>
Emdolar da produção (Sej U\$ <sup>-1</sup> )				<b>4,11E+15</b>

\*Animais destinados ao descarte;

<sup>a</sup> Dados coletados na propriedade; <sup>b</sup> Souza, (2006).

Na propriedade em estudo, observaram-se apenas duas fontes de renda, a produção leiteira e a venda de animais de descarte. Com uma produção média para o ano de 2010 de 4.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de leite e 27,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de carne, a propriedade fornece uma produção de 1,04E+10 J ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo gasto em

equivalente econômico para tal U\$ 1026,65 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. O equivalente em emdólares da produção da propriedade é de 4,11E+15 sej U\$<sup>-1</sup>.

#### 5.4 - ÍNDICES EMERGÉTICOS

De posse dos dados dos fluxos emergéticos, calcularam-se os índices emergéticos, taxa de rendimento (EYR), taxa de investimento emergético (EIR), taxa de carga ambiental (ELR), índice de sustentabilidade (SI), valor de renovabilidade (%R), taxa de intercâmbio (EER) e ainda o valor de transformidade (Tr) das propriedades estudadas. Na tabela 07 estão demonstrados os valores de Tr, %R e EER das propriedades estudadas.

TABELA 07 – Valores de Transformidade (Tr), Renovabilidade (%R) e taxa de intercâmbio (EER) das propriedades estudadas

<b>Índice</b>	<b>Sítio Família Méier</b>	<b>Chácara Alcerich</b>	<b>Unidade</b>
Tr	836.011	486.087	sej J <sup>-1</sup>
%R	57,29	47,89	%
EER	1,73	1,22	adimensional

A transformidade (Tr) ecossistêmica, que é definida como o inverso da eficiência, é dimensionada através da razão entre o total de energia (sej) que entra no sistema pelo total de energia (J) que o sistema fornece. Quanto menor este índice melhor será o desempenho do sistema avaliado. Observa-se que a Chácara Alcerich possui maior eficiência nesta transformação, ou seja, são necessários 486.087 sej J<sup>-1</sup> de energia solar para a produção de 1 sej J<sup>-1</sup> de energia em forma de produto oriundo da propriedade. Para o Sítio Família Méier, este valor foi de 836.011 sej J<sup>-1</sup>.

Esta eficiência deve ser analisada em conjunto com outros índices. Segundo Odum (1996) os sistemas de produção podem ter transformidades variadas, de acordo com as circunstâncias ambientais e econômicas.

Os dados demonstram que a eficiência da Chácara Alcerich demanda para tal 52,00% (Tabela 05) de recursos oriundos da economia, ao mesmo tempo que o Sítio Família Méier demanda pra tal um valor menor (42,64% - Tabela 02). Em estudos realizados por Ortega et al. (2003) analisando valores emergéticos da produção de soja conduzida quimicamente demonstram que esta produção possui um valor de transformidade  $108.547 \text{ sej J}^{-1}$ , sendo considerado altamente eficiente, porém tal eficiência é ancorada em cerca de 70% de energia advinda da economia.

Em estudo emergético de uma propriedade agroecológica (Sítio Duas Cachoeiras - SP), Agostinho (2005) chegou a um valor de transformidade de  $280.863 \text{ sej J}^{-1}$ , sendo maior do que o encontrado por Ortega et al (2003), porém o Sítio Duas Cachoeiras demanda apenas 25% (aproximadamente) de recursos energéticos advindos da economia, sendo que 75% desta eficiência é aproveitada pelos serviços advindos de recursos naturais. Em áreas de mata, com alguma interferência humana, Agostinho (2005) demonstra valores de transformidade de  $25.286 \text{ sej J}^{-1}$ , sendo que neste caso 90,62% em recursos naturais renováveis.

O valor de renovabilidade do sistema (%R) é calculado através da razão entre recursos naturais renováveis utilizados e o total de energia demandada pelo sistema de produção. Este indica quão eficiente e sustentável é o sistema em termos de transformação energética, ou seja, sistemas mais equilibrados apresentam altos valores de %R.

No caso do Sítio Duas Cachoeiras (propriedade agroecológica), Agostinho (2005) encontrou um valor de  $\%R = 75,00$ , assim demonstrando que o fluxo energético interno a propriedade é altamente eficiente e sustentável. Os valores encontrados para as propriedades estudadas (Chácara Alcerich  $\%R = 47,89$  e Sítio Família Méier  $\%R = 57,29$ ) demonstram que os dois sistemas apresentam-se de forma relativamente equilibrada, com destaque ao sistema PRV adotado pelo Sítio Família Méier. Ortega et al. (2003) em seu estudo comparativo de diferentes sistemas de produção de soja apresentam valores que variam de  $\%R = 85,3$  para o sistema ecológico a  $\%R = 22,4$  para o sistema de produção baseado em agroquímicos. Em estudos relacionados à produção leiteira, Wada & Ortega (2003) apresentam valor de  $\%R = 23$  para sistema de produção típico do interior do estado de São Paulo, em propriedade com produção média diária de 120 L de leite a valores de  $\%R = 4$  em grande propriedade da Flórida – EUA, onde a produção leiteira ultrapassa os 200.000 L dia<sup>-1</sup>, ou seja, valores bastante contrastantes para duas propriedades bastante distintas.








A relação de troca entre a produção e a economia pode ser entendida pela taxa de intercâmbio (EER), que indica se o valor monetário recebido pela produção paga por toda a energia empregada na mesma.

Segundo Sarcinelli & Ortega (2006) os maiores valores obtidos para este indicador são de sistemas convencionais de produção, sendo que o valor teórico ideal seria o mais próximo de 1 (AGOSTINHO, 2005). Os valores de  $EER = 1,73$  para o Sítio Família Méier e  $EER = 1,22$  para a Chácara Alcerich indicam que em troca com a economia os valores recebidos pela Chácara Alcerich em muito se aproxima do valor justo e ideal para o sistema de produção adotado. Para o Sítio

Família Meier este valor ainda deve ser melhorado visando o pagamento justo a sua maior sustentabilidade. Este valor indica a necessidade de políticas públicas, pois para avançar na sustentabilidade encontrada nas duas propriedades familiares seriam necessárias políticas de compensação para tal, visto que a relação simples de mercado não consegue oferecer incremento nos valores pagos ao produtor.

Outros índices emergéticos calculados estão apresentados na tabela 08, que são os valores de EYR, EIR, ELR e SI ilustrados com comparativos indicados por Brown & Ulgiati (2002).

TABELA 08 – Índices emergéticos e valores indicativos de qualidade (adaptado de BROWN & ULGIATI, 2002)

	EYR	EIR	ELR	SI
 Bom  Regular  Ruim	 5,00 2,00	 1,00 0,25	 10,00 2,00	 5,00 1,00
<b>Sítio Família Méier</b>	2,35	0,74	0,75	3,15
<b>Chácara Alcerich</b>	1,92	1,08	1,09	1,77

Valores inferiores a 2,00 de EYR, conforme Brown & Ulgiati (2002) indicam que não há contribuição que possa ser considerada como fonte de energia. Assim, o processo Chácara Alcerich que se encontra abaixo deste valor atua como um consumidor de energia. O valor encontrado para o processo do Sítio Família Méier (EYR = 2,35) demonstra que a propriedade, apesar de não contribuir como fornecedor de energia, não atua como um consumidor, ou seja, sua produção pode ser considerada equilibrada em termos de EYR. Os valores de EYR superiores a 5,00 são considerados como fornecedores de energia (BROWN & ULGIATI 2002). Os resultados de Agostinho (2005) demonstram que o Sítio Duas Cachoeiras

apresenta valor de EYR = 11,96, ou seja, a produção agroecológica desta propriedade é grande fornecedora de energia para a sociedade.

Os valores de EIR, que indicam o grau de dependência de recursos externos, podem ser divididos de acordo com Brown & Ulgiati (2002) em; valores inferiores a 0,25 como sendo considerados ideais; valores entre 0,25 e 1,00 como aceitáveis; superiores a 1,00 como altamente dependentes de recursos externos. Nas duas propriedades estudadas não foram observados valores que possam ser considerados como ideais, porém o Sítio Família Méier apresentou um valor de EIR = 0,74 considerado como aceitável. O valor calculado para a Chácara Alcerich de EIR = 1,08 deve ser considerado como alto, fato devido ao grande aporte de ração e medicamentos para os animais. Em culturas cultivadas em grande escala é comum a alta dependência de recursos externos, como é o caso da soja cultivada com agroquímicos, que pode apresentar valores de EIR = 2,25, enquanto que em cultivos orgânicos apresentam os menores valores, como a própria soja orgânica com valor de EIR = 0,17 (ORTEGA et al. 2003).

A carga ambiental é indicada pelo valor de ELR, que de acordo com Barrela et al. (2005) demonstra o estresse na utilização dos recursos naturais. Segundo Brown & Ulgiati (2002), valores de ELR inferiores a 2,0 são considerados como de baixo estresse, valores entre 2,0 e 10 são causadores de moderado estresse, enquanto que valores superiores a 10 causam alto estresse na utilização dos recursos naturais. Neste caso, ambas as propriedades, Sítio Família Méier e Chácara Alcerich com ELR = 0,75 e ELR = 1,09, respectivamente, apresentam baixo estresse para seus recursos naturais.

Os valores de maior impacto ou estresse nos recursos naturais em geral na agricultura são encontrados em culturas que demandem grande quantidade de pesticidas, como é o caso do tomate, que em estudo realizado por Guarnette et al. (2009) apresentou valor de  $ELR = 21,76$ , demonstrando assim seu grande impacto na utilização dos recursos naturais.

O conceito de sustentabilidade que está atrelado à maximização de EYR (rendimento) e a minimização de ELR (impacto), ou seja, o máximo do aproveitamento do investimento com um mínimo de estresse dos recursos locais pode ser representado pelo índice de sustentabilidade SI. Segundo Barrela et al. (2005) o valor de SI ainda permite uma avaliação de viabilidade energética do sistema de produção. Valores inferiores a 1,00 podem ser considerados como insustentáveis ao passo que valores entre 1,00 e 5,00 são considerados sustentáveis a médio prazo e valores superiores a 5,00 sustentáveis a longo prazo (BROWN & ULGIATI 2002). Para as duas propriedades em estudo, encontraram-se valores considerados sustentáveis a médio prazo (Chácara Alcerich  $SI = 1,77$  e Sítio Família Méier  $SI = 3,15$ ).

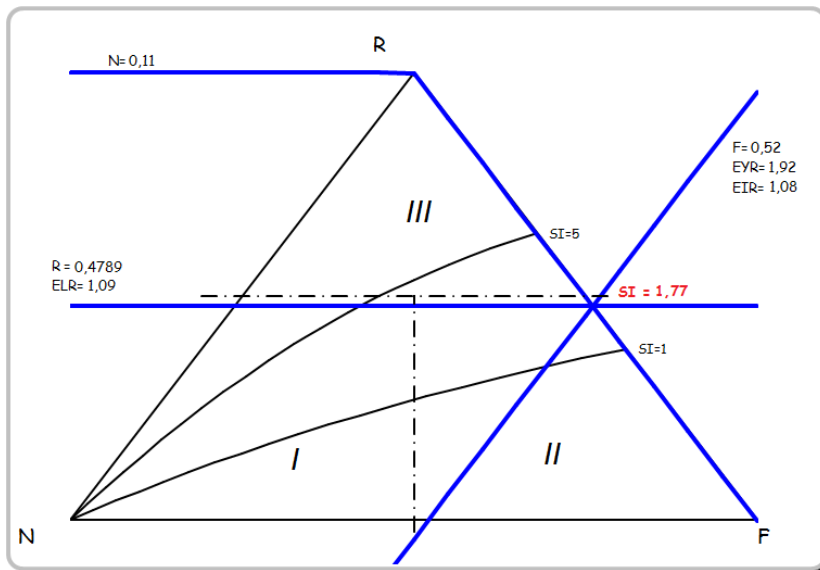
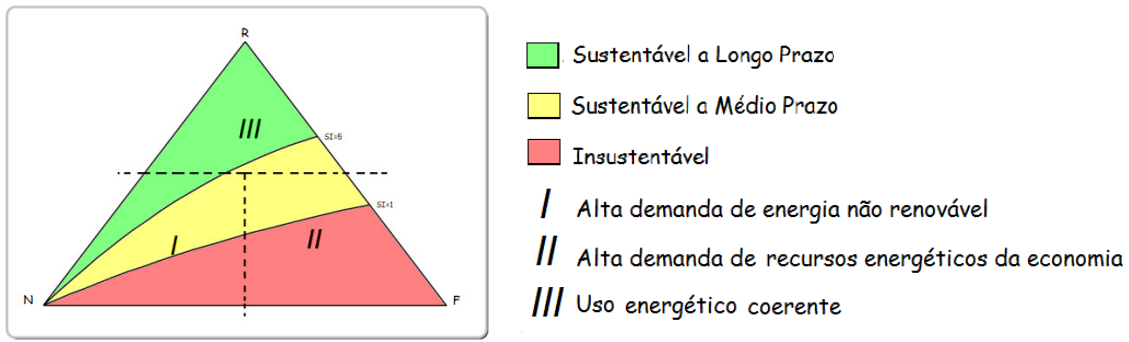
Na Figura 16 estão representados os dados das propriedades em um diagrama emergético triangular. Segundo Giannetti et al. (2007) os diagramas ternários são considerados ferramentas gráficas e não uma simples representação, pois oferecem não só a possibilidade de interpretação dos dados, mas também a de utilização de suas propriedades. Mesmo com sua importância, o autor indica ainda que há poucos trabalhos na bibliografia que se utilizam destas ferramentas gráficas para o auxílio da interpretação dos resultados emergéticos.

Nos diagramas ternários demonstrados neste trabalho, utilizou-se da propriedade gráfica de linhas de sustentabilidade, ou seja, a linha  $SI = 1,00$  e linha  $SI = 5,00$ , as quais dividem o sistema em três áreas (insustentável, sustentável a médio prazo e sustentável a longo prazo), sugeridas por Barrela et al. (2005).

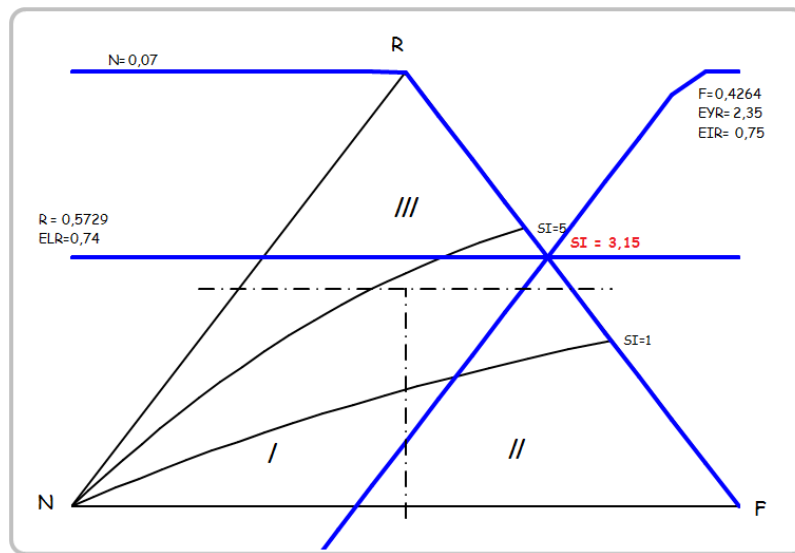
Propõe-se ainda no presente trabalho, a subdivisão do diagrama ternário em mais três áreas equivalentes, sendo a área *I* representando que o sistema tem alta demanda de recursos não renováveis, área *II* representando a área de alta demanda de energia advinda da economia e por fim a área *III* representando um coerente uso energético pelo sistema.

Para o sistema Sítio Família Méier observou-se um valor de  $SI = 3,15$ , ou seja, sustentável a médio prazo e com uma utilização considerada coerente dos recursos energéticos, enquanto que para o sistema da Chácara Alcerich o valor de  $SI = 1,77$  representa que o sistema é sustentável a médio prazo porém com uma alta demanda de energia advinda da economia (recursos energéticos pagos).





**Chácara Alcerich**



**Sítio Família Méier**

FIGURA 16: Diagrama energético triangular das propriedades estudadas demonstrando as linhas de sustentabilidade e o ponto de convergência energética indicando o Índice de Sustentabilidade SI

## 5.5 – ÍNDICES EMERGÉTICOS MODIFICADOS

Através da mudança na metodologia emergética proposta por Ortega (2002), utilizando valores de renovabilidade parcial para os fluxos de entrada observou-se uma melhora para os valores de %R e para os índices EYR, ELR, EIR e SI demonstrados na tabela 09. Os valores de Tr e EER não são alterados devido ao fato de ser utilizado apenas os valores totais de energia.

TABELA 09: Valores de %R, EYR, EIR, ELR e SI obtidos através da metodologia emergética modificada, considerando valores parciais de renovabilidade

	<b>%R</b>	<b>EYR</b>	<b>EIR</b>	<b>ELR</b>	<b>SI</b>
<b>Sítio Família Méier</b>	66,51	2,99	0,50	0,50	5,94
<b>Chácara Alcerich</b>	51,01	2,05	0,96	0,96	2,13

O valor de %R para o Sítio Família Méier obtido foi de 66,51%, valor este que pode ser considerado muito bom frente ao valor anteriormente encontrado (%R = 57,29 – Tabela 07). Para a Chácara Alcerich o valor de %R passou de 47,89% (Tabela 07) para 51,01% na metodologia modificada. Observa-se que para o Sítio Família Méier o aumento em %R foi mais pronunciado em relação à Chácara Alcerich, isto devido ao fato de que o Sítio Família Méier demanda mais recursos em serviços (13,98% - Tabela 02), pois segundo Ortega (2002) a maior modificação na metodologia ocorre na fração renovável da mão-de-obra familiar e na contratada localmente.

Os índices de EYR, EIR, ELR e SI obtidos através da metodologia modificada estão demonstrados na figura 17 em comparação aos mesmos índices calculados pela metodologia original.

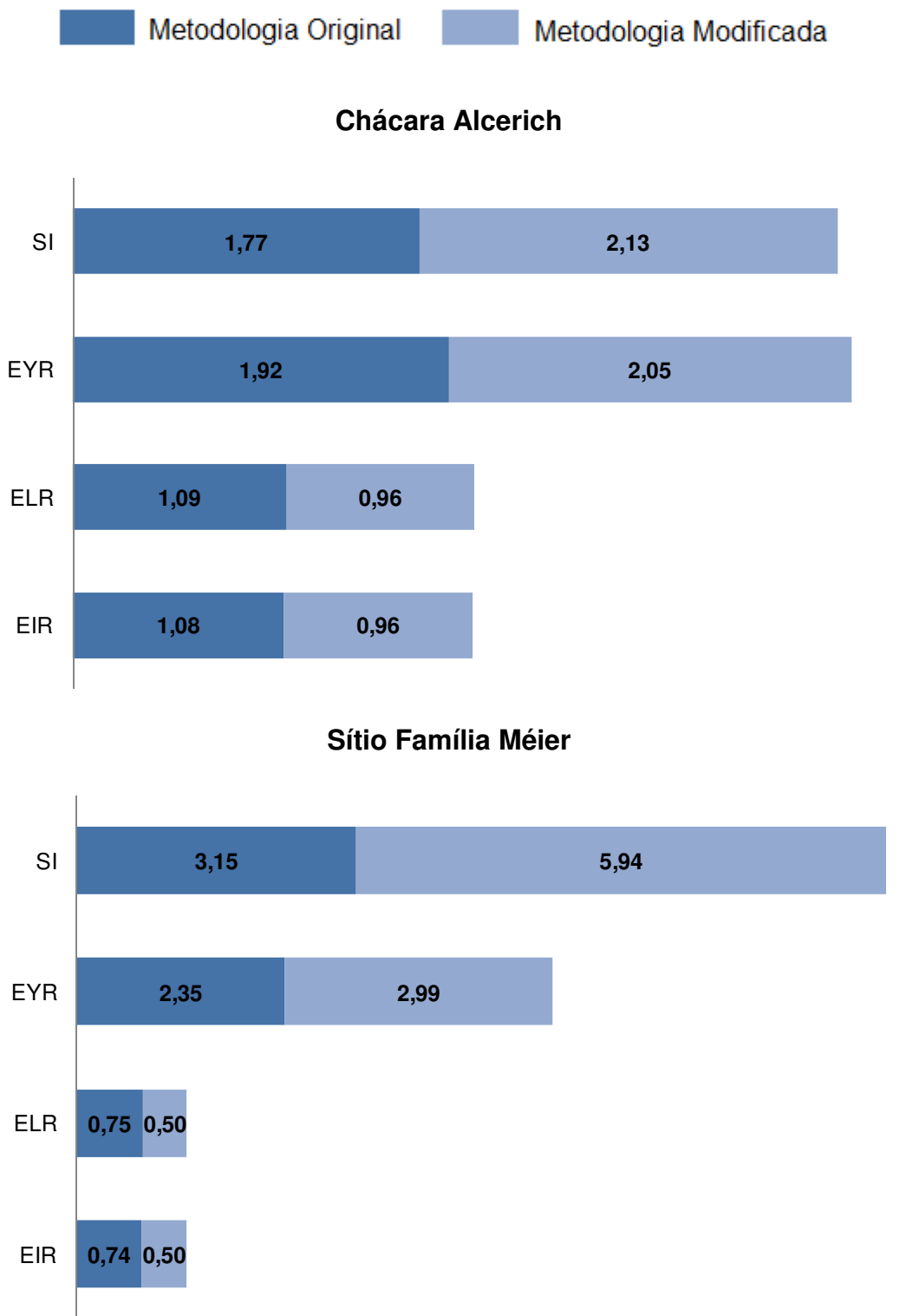


FIGURA 17: Novos índices calculados através da metodologia emergética modificada em comparação aos índices obtidos pela metodologia original

---

Em ambas as unidades estudadas observaram-se melhoras nos índices calculados. Para os valores de ELR e EIR, obteve-se uma redução, ou seja, observou-se para as duas propriedades uma redução do grau de dependência de recursos externos e uma redução no estresse no uso dos recursos locais, estando as duas classificadas por Brown & Ulgiati (2002) como aceitáveis para ELR e de baixo estresse para EIR.

Os valores de EYR obtidos pela metodologia modificada para ambas as propriedades permitem classificá-las como sendo equilibradas energeticamente, de acordo com Brown & Ulgiati (2002).

Para o valor de SI = 2,13 da Chácara Alcerich obtido pela metodologia modificada, atribui-se a classificação de sustentável a médio prazo segundo Brown & Ulgiati (2002), classificação esta já atribuída pela metodologia original, porém para o Sítio Família Méier o novo valor calculado de SI = 5,94 lhe confere a classificação de sustentável a longo prazo. Este fato pode ser explicado pela sua maior demanda energética em mão-de-obra (13,98% Tabela 02), tanto familiar quanto contratada localmente, desta forma as modificações propostas por Ortega (2002) realçam a maior importância do PRV estudado.

## 5.6 – ANÁLISE SÓCIO-FUNDIÁRIA E DE RENTABILIDADE ECONÔMICA SIMPLES

Na tabela 10 estão demonstrados os indicadores fundiário e econômico simples das duas propriedades estudadas.

TABELA 10: Indicadores fundiário e econômico simples calculados para o Sítio Família Méier e Chácara Alcerich

<b>Indicador</b>	<b>Sítio Família Méier</b>	<b>Chácara Alcerich</b>
Fundiário (ha po <sup>-1</sup> )	6,25	16,00
Econômico simples (%)	0,61	0,49

ha po<sup>-1</sup> = pessoas ocupadas em um hectare

Observa-se que a relação fundiária das propriedades estudadas aponta uma relação de 6,25 e 16,00 ha po<sup>-1</sup> para o Sítio Família Méier e Chácara Alcerich, respectivamente.

Em estudos relacionados à agricultura familiar que possuem a atividade leiteira na região de Palmeira estado do Paraná, Eurich et al. (2009) demonstram um valor de 6,33 ha po<sup>-1</sup>, indicando este índice como sendo um importante indicador sócio-fundiário. Apesar de utilizarem individualmente poucos trabalhadores, os pequenos estabelecimentos são muito mais intensivos em mão-de-obra que as grandes propriedades. Conforme censo agropecuário (IBGE 2006), os pequenos estabelecimentos utilizam 12,6 vezes mais trabalhadores por hectare que os médios (área entre 200 e inferior a 2.000 ha) e 45,6 vezes mais que os grandes estabelecimentos (área superior a 2.000 ha). A importância sócio-fundiária de propriedades familiares há muito deveria ser considerada na discussão de políticas voltadas ao desenvolvimento rural que possibilite a fixação de um maior contingente populacional ao campo de maneira digna e sustentável.

Em termos de rentabilidade, observa-se que os valores encontrados para as duas propriedades se assemelham, com destaque para o Sítio Família Méier que possui uma rentabilidade 20% maior do que a Chácara Alcerich. A diferença de

rentabilidade entre as propriedades é explicada pela maior integração da produção pecuária com outras atividades, no Sítio Família Méier, como piscicultura, produção de mel, integração de piquetes com pomares de laranja e ainda a criação de alguns bovinos de corte. A melhoria da rentabilidade em muito esta atrelada a possibilidade de desenvolvimento sustentável de sistemas de produção. Agostinho (2005) em estudo utilizando os mesmos moldes de cálculo para este índice aponta valores bastante diversos para diferentes sistemas de produção, variando de 1,93 a 0,03 para propriedade com produção agroecológica e propriedade de produção convencional, respectivamente.

## 6 – CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia emergética permitiu análise detalhada, bem como visualização de potenciais e problemas, dos sistemas de produção estudados.

As unidades estudadas apresentaram bons desempenhos emergéticos e índices que lhes conferem boas classificações em termos de uso energético. O melhor desempenho foi observado no Sítio Família Méier, que tem como base o Pastoreio Racional Voisin - PRV, em relação à Chácara Alcerich.

Os índices emergéticos modificados mostraram de forma coerente o uso energético renovável local, dando maior destaque ao Sítio Família Méier pela sua maior demanda em mão-de-obra da família e ainda local.

Para as duas unidades, observou-se um bom desempenho econômico simples, bem como uma importante relação sócio-fundiária. Nestas avaliações, também, o Sítio Família Méier teve destaque em relação à Chácara Alcerich.

## **7 – RECOMENDAÇÃO**

Uma tabulação detalhada de valores de transformidade já calculados em muito contribuirá para uma maior e facilitada aplicação da metodologia emergética.

Visando índices mais confiáveis e passíveis de comparação, seria útil, também, uma maior normatização e padronização na utilização dos fluxos energéticos, minimizando subjetividade nas análises.



## 8 - REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, F. D. R. **Estudo da sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários da bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçú e Pardo através da análise emergética.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos Campinas, SP: [s.n.], 2009.

AGOSTINHO, F. D. R. **Uso de análise emergética e sistemas de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP: [s.n.]. 2005.

ALBUQUERQUE, T. C.; RODRIGUEZ, E. O.; MURGUEITIO RESTREPO E., **Avaliação energética de propriedades agrosilvipastoris do Brasil e da Colômbia.** In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais/Anais, 2006.

BARRELLA, B. A., ALMEIDA, C. M. B., GIANNETTI, B. F. **Ferramenta para Tomada de Decisão Considerando a Interação dos Sistemas de Produção e o Meio Ambiente,** Revista Produção, v. 15, n. 1, p. 087-101, Jan./Abr. 2005.

BARROS, I. et al. **Emergy evaluation and economic performance of banana cropping systems in Guadeloupe (French West Indies) Agriculture.** Ecosystems and Environment v. 129 p. 437–449, 2009.

BASSO, Z. F. C.; BUENO, O. C. **Indicadores Energéticos da Produção de Leite Bovino em Explorações Familiares na Região de Botucatu-SP** In: 7º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. Fortaleza – CE. 23 a 26 de Setembro de 2008.

BCB – **Banco Central do Brasil. Taxa de câmbio.** Disponivem em: <<http://www4.bcb.gov.br/?TXCAMBIO>> Acessado em 15 Dez. 2010.

BRANDT-WILLIAMS, S. L. **Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios.** 2002. Folio n4 - Emergy of Florida Agriculture. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, 40pp. Disponível em: <<http://www.ees.ufl.edu/cep/>>. Acesso em 09 Dez. 2010.

BRASIL, **Decreto nº 3.991, de 30 de outubro de 2001 Dispõe sobre o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília 31 de outubro de 2001. Disponível em: <[www.emater.tche.br/site/br/arquivos/area/legislacao/.../lf-dec3991.pdf](http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/area/legislacao/.../lf-dec3991.pdf)> Acessado em 27 Nov. 2010.

BROWN, M.T.; **Folio #3: Emergy of ecosystems. Handbook of Emergy Evaluation: A compendium of data for emergy computation issued in a series of folios.** Gainesville, F.I., Center for Environmental Policy, University of Florida. 2001.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. **Emergy analysis and environmental accounting**. Encyclopedia of Energy, v. 2, p. 329-354. 2004.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. **Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems**. Journal of Cleaner Production v. 10 321–334 p. 2002.

BUAINAIN, A. M. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. Desenvolvimento Rural Sustentavel V5 IICA - Brasília, 2006

CAMPOS, A. T. **Balço energético relativo à produção de feno de “coast-cross” e alfafa em sistema intensivo de produção de leite**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CAMPOS, A. T. et al. **Análise Energética na Produção de Feno de *Cynodon dactylon* (L.)** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.25, n.2, p.349-358. 2005.

CAMPOS, A. T.; SAGLIETTI, J. R. C.; BUENO, O. C.; CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; GASPARINO, E. **Balço energético na produção de feno de alfafa em sistemas intensivo de produção de leite**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34. n1, p. 245-251, jan-fev, 2004.

CARAMORI, P.H.; CORREA, A.R.; BORROZZINO, E. **Estimativa da radiação solar global diária para Ponta Grossa, PR, a partir da insolação diária**. Poliagro, v.7, p.107-118, 1985.

CASTAGNA, A. A.; ARONOVICH, M.; RODRIGUES, E. **Pastoreio Racional Voisin: manejo agroecológico de pastagens**. Niterói, RJ. Programa Rio Rural, Manual Técnico 10, 2008.

CAVALETT, O. **Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suíno e de pesque-pagues** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP [s.n.] 2004.

CAVALETT, O.; ORTEGA, E. **Emergy, nutrients balance, and economic assessment of soybean production and industrialization in Brazil**. Journal of Cleaner Production v. 17 p. 762–771, 2009.

EPAGRI. Notícia: **Curso de Pastoreio Racional Voisin em Dionísio Cerqueira, postado em 06/03/2008**. Disponível em: <<http://www.microbacias.sc.gov.br/visualizarNoticia.do?entity.noticiaPK.cdNoticia=1781>> acessado em 07 de Jan. 2011.

EURICH, J. et al. **Estado da Arte da Pecuária Leiteira em uma colônia de Agricultores Familiares de Palmeira PR**. In: I Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável (I ANISUS) Chapecó, SC – 12 a 14 de maio de 2010a.

EURICH, J. et al. **Tipificação de Agricultores Familiares produtores de Leite em uma colônia de Palmeira PR.** In: I Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável (I ANISUS) Chapecó, SC – 12 a 14 de maio de 2010b.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil.** 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura S.A., 1961.

G.Q. CHEN, G.Q. et al. **Emergy analysis of Chinese agriculture Agriculture.** Ecosystems and Environment v. 115 p. 161–173, 2006.

GIANNETTI, B. F. et al. **Aplicações do diagrama emergético triangular na tomada de decisão ecoeficiente.** Produção, v. 17, n. 2, p. 246-262, Maio/Ago. 2007

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável** – 2 ed. – Porto Alegre: UFRGS, 2001.

GUANZIROLI, C. E. (coord.). **Perfil da agricultura familiar no Brasil: Dossiê estatístico.** Brasília, INCRA/FAO, 84 p. 1996.

GUARNETTI, R. L. et al. **Estudo Comparativo com Ênfase na Sustentabilidade Ambiental em Emergia de Alimentos com Semelhança Nutricional.** In: 2º International Workshop | Advances in Cleaner Production São Paulo – Brasil – Mai. 20-22 – 2009.

GUILHOTO, J. J., et al. **PIB da Agricultura Familiar: Brasil-Estados. NEAD Estudos. MDA – Brasília, 2007.**

IBGE, **Censo Agropecuário** Rio de Janeiro, p.1-146, 2006.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Gandes Regiões e Unidades da Federação.** Censo agropec., Rio de Janeiro, p.1-777, 2006.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal.** Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, v. 37, p.1-55, 2009.

INCRA/FAO. **Guia Metodológico – Diagnóstico de Sistemas Agrários.** Projeto de Cooperação Técnica INCRA/ FAO, Brasília, 1999.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990.** Brasília, DF. 465 p. 2009.

LANZOTTI, C. R., ORTEGA, E. **“Evolução da Metodologia para Realizar Balanços de Emergia de Produtos Agrícolas: estudo de caso da produção de milho”.** In: Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. 2003. Enrique Ortega(Organizador). Disponível em <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>. Acesso em 09 dez. 2010.

MANN, C. **Reseeding the Green Revolution.** Science: v. 277 n. 5329 p. 1038-1043. 1997.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea.** (tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira) – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF. 568 p. 2010.

MDA. **Agricultura familiar no censo agropecuário 2006.** Ministério do Desenvolvimento Agrário - Brasília, setembro de 2009.

MELO, R. M. **Pecuária Leiteira Ecológica na Agricultura Familiar.** Instituto Giramundo Mutuando/Programa de Extensão Rural Agroecológica - PROGERA. Botucatu - SP: Giramundo, 2009.

MÜLLER, J. E. **Agroecologia: a semente da sustentabilidade.** Florianópolis: EPAGRI, 211 p. 2009.

ODUM, H. T. **Environmental accounting, emergy and environmental decision making.** New York: J. Wiley, 1996.

ODUM, H.T; BROWN, M. T.; BRANDT-WILLIAMS, S. **Introduction and Global Budget, Folio #1.** Handbook of Emergy Evaluation. Gainesville, Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, 2000.

ORTEGA, E. A **Soja no Brasil: Modelos de Produção, Custos, Lucros, Externalidades, Sustentabilidade e Políticas Públicas - 2003.** Disponível em: <[www.unicamp.br/fea/ortega/soja/Resumo-SojaBrasil-Ortega2003.pdf](http://www.unicamp.br/fea/ortega/soja/Resumo-SojaBrasil-Ortega2003.pdf)> Acessado em: 16 Dez. 2010

ORTEGA, E. **Análise Emergética: uma ferramenta para quantificar a sustentabilidade dos agro-ecossistemas.** In: ORTEGA, E. Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável: Uma introdução à metodologia emergética usando estudos de casos brasileiros. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Unicamp, Campinas, SP. Julho 2003b.

ORTEGA, E. **Contabilidade e Diagnóstico de Sistemas Usando os Valores dos Recursos Expressos em Emergia** – 2002. Disponível em: <[www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf](http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf)> Acessado em: 20 Nov. 2010

ORTEGA, E. **Engenharia Ecológica: conceitos básicos e importância do trabalho de H. T. Odum.** In: ORTEGA, E. Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável: Uma introdução à metodologia emergética usando estudos de casos brasileiros. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Unicamp, Campinas, SP. Julho 2003c.

ORTEGA, E. **Indicadores de Sustentabilidade sob a Perspectiva da Análise Emergética,** Cap. 4 – Embrapa – Jaguariúna – SP, 2003a.

ORTEGA, E.; ANAMI, M.; DINIZ, G.; **Certification of food products using emergy analysis.** In: Proceedings of III Internacional Workshop Advances in Energy Studies: reconsidering the importance of energy. September, 24-28, Porto Venere, Italy, p. 227-237. 2002.

ORTEGA, E.; **Contabilidade e Diagnóstico dos Sistemas Usando os Valores dos Recursos Expressos em Emergia.** Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>.> Acessado 08 Jan. 2011

ORTEGA, E.; SARCINELLI, O. **Valoração ambiental em sistemas alternativos de produção de leite. Estudo de caso: búfalo.** In: 3 Congresso Internacional do Leite, Araxá – MG. 4 Dez. 2003.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Livraria e Editora Agropecuária. Guaíba RS. 478 p. 2002.

PERES, F. C. **Capital social: a nova estrela do crescimento econômico.** *Revista Preços Agrícolas.* Maio, 2000.

PINHEIRO MACHADO, L. C. **Pastoreio Racional Voisin: Tecnologia agroecológica para o terceiro milênio.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 310 p. 2004.

REES, W. **Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out.** In: *Environment and Urbanization*, p. 121 – 130. 1992.

ROSA, La A. D.; SIRACUSA, G.; CARVALHO, R. **Emergy evaluation of Sicilian red orange production: a comparison between organic and conventional farming.** *Journal of Cleaner Production* v. 16, p. 1907 – 1914. 2008.

RÓTOLO, G.C. et al. **Emergy evaluation of grazing cattle in Argentina's Pampas Agriculture.** *Ecosystems and Environment* v. 119 p. 383–395, 2007.

SACHS, I. **Desarrollo sustentable, bio-industrialización descentralizada y nuevas configuraciones ruralurbanas. Los casos de India y Brasil.** *Pensamiento Iberoamericano*, Madrid, v. 46, p. 235-256, 1990.

SAMUEL-JOHNSON, K.; ESTY, D.C. **Pilot Environmental Sustainability Index Report.** In: *World Economic Forum: Annual Meeting*, Davos, Switzerland. 2000.

SARCINELLI, O., ORTEGA E. **Análise do desempenho econômico e ambiental de diferentes modelos de cafeicultura em São Paulo – Brasil: estudo de caso na região cafeeira da Média Mogiana do Estado de São Paulo,** *Revista Iberoamericana de Economia Ecológica* Vol. 5 – 2006.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. **Índices versus Indicadores: Precisões Conceituais na Discussão da Sustentabilidade de Países.** *Ambiente & Sociedade* . Campinas v. X, n. 2 . p. 137-148 . jul.-dez. 2007.

SILVA, N. B. **Fundamentos estatísticos da análise-diagnóstico de sistemas agrários: uma interpretação baseada na Teoria da Evidência de Dempster-Shafer.** *Desenvolvimento em Questão*, v. 6, n. 12, p. 121-148 Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, Brasil. 2008.

SINISGALLI P. A. A. **A Energia como Indicador de Valor para a Análise Econômica-Ecológica.** Megadiversidade, vol. 2, n 1 – 2, Dez. 2006.

SODERO, F. P. **Esboço Histórico da Formação do Direito Agrário no Brasil.** Revista de Direito Civil, Imobiliário, Agrário e Empresarial (1): 153-176, 1977.

SODERO, F. P. **Esboço Histórico da Formação do Direito Agrário no Brasil** Revista de Direito Civil, Imobiliário, Agrário e Empresarial (3): 112-141, 1979.

SOUZA, A. M. **Análise emergética do assentamento fazenda Ipanema: reforma agrária e desenvolvimento sustentável.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas SP [s.n.] 2006.

SPIES, A. **Agronegócios Alternativos para a Agricultura Familiar.** PCCA - Universidade Federal do Paraná. 2009 Disponível em: <http://www.agronegocio.ufpr.br/> Acessado em: 15 Jul. 2009.

TESTA, V. M. et al. **O desenvolvimento sustentável do oeste catarinense.** Florianópolis: EPAGRI, 247 p. 1996.

TORBJÖRN, R.; ANDREW, C. H. **Emergy evaluations of Denmark and Danish agriculture: Assessing the influence of changing resource availability on the organization of agriculture and society** Agriculture. Ecosystems and Environment v. 117 p. 145–158, 2006.

ULGIATI S.; BROWN M. T. **Quantifying the environmental support for dilution and abatement of process emissions – The case of electricity production.** J Cleaner Prod, 10, p. 335- 348, 2002.

UNITED NATIONS. **Agenda 21.** Rio de Janeiro, Brasil: United Nations Conference on Environment & Development, 338 p. 1992.

VALIATI, M. I. et al. **Estimativa da Irradiação Solar Global, para a Região de Cascavel, com Participação Mensal.** In: Congresso e Mostra de Agroinformática. Ponta Grossa - PR, 18 a 20 de Outubro de 2000.

VOISIN, A. **Grass Productivity.** Translated from French by Catherine T. M. Herriot. New York: Philosophical Library, 1959.

WADA, D. K.; ORTEGA, E. **Comparação dos Balanços de Energia de Dois Sistemas de Produção de Leite.** In: ORTEGA, E. Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável: Uma introdução à metodologia emergética usando estudos de casos brasileiros. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Unicamp, Campinas, SP. Julho 2003.

WCED, World Commission on Environment and Development. **Our Common Future.** Oxford, U.K.: Oxford University Press, 383 p. 1987.

XIAOHONG, Z. et al. **Emergy evaluation of the sustainability of Chinese steel production during 1998–2004**. Journal of Cleaner Production v. 17 p. 1030–1038, 2009.

ZANINI,A.; CAMPOS, A. T.; PRESTES, T. M. V.; DALMOLIN, M. F. S. D.; CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S. **Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto**. Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 25, no. 2, p. 249-253, 2003.

## 9 – ANEXOS

ANEXO 01: Valores de transformidade (Tr) utilizados para os cálculos emergéticos

Item	Transformidade	(sej._ <sup>-1</sup> )	Fonte
Água da Nascente	1,76E+05	J	Ortega (2002)
Água de Poço	1,76E+05	J	Ortega (2002)
Calcário	2,72E+06	J	Brown & Ulgiati (2004)
Chuva	3,10E+04	J	Ortega (2002)
Combustível	3,58E+12	l	Ortega (2010)
Fluxos em valores (U\$)	2,68E+12	U\$	Calculado [Agostinho, 2005]
Isca formicida	1,48E+13	kg	Ortega (2002)
Medicamento	1,48E+13	kg	Ortega (2010)
Lesmicida	1,48E+13	kg	Ortega (2002)
Mão-de-obra especializada familiar	4,00E+06	J	Ortega (2002)
Mão-de-obra simples familiar	4,00E+05	J	Ortega (2002)
Milho (Chácara Alcerich - PR)	1,79E+05	Kg	Calculado
Nitrogênio fixado do ar	7,73E+12	kg	Ortega & Sarcinelli (2003)
Nutrientes do solo	2,87E+12	kg	Ortega & Sarcinelli (2003)
Lubrificante	3,94E+12	l	Ortega (2010)
Perda do solo	1,24E+05	J	Brown & Ulgiati (2004)
Sal comum	1,00E+12	Kg	Ortega (2010)
Sal Mineral	1,00E+12	kg	Ortega (2010)
Semente Azeven	1,48E+13	kg	Ortega (2002)
Semente Aveia Preta	1,48E+13	kg	Ortega (2002)
Semente pastagem (Chácara Alcerich)	1,14E+06	Kg	Calculado
Silagem (Chácara Alcerich - PR)	1,53E+04	Kg	Calculado
Sol	1,00E+00	J	Definição
Super fosfato simples	1,41E+13	kg	Brandt & Williams (2002)
Super fosfato triplo	1,41E+13	kg	Lanzotte & Ortega (2003)
Suplemento mineral	1,00E+12	kg	Ortega (2010)
Uréia	4,19E+12	kg	Lanzotte & Ortega (2003)
Vento	2,45E+03	J	Ortega (2002)



## ANEXO 02: Fluxo de energia do Sítio Família Méier, Dionísio Cerqueira – SC

Fluxo padrão	Valor	Unidades	Conversão	Transformidade	(sej. <sup>-1</sup> )	Fluxo de energia (sej.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	%	
<b>Recursos Naturais (I)</b>						<b>4,84E+15</b>	<b>57,36%</b>	
<b>Renováveis (R)</b>						<b>4,83E+15</b>	<b>57,29%</b>	
Sol	134,00	Kcal.cm <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	3,35E+11	a	1	J	4,49E+13	0,53%
Chuva	2,04	m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,00E+10	b	31000	J	3,15E+15	37,39%
Nitrogênio fixado do ar	120,00	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		7,73E+12	kg	9,28E+14	11,00%
Nutrientes solubilizados	69,00	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		2,87E+12	kg	1,98E+14	2,35%
Água da Nascente	0,06	m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,00E+10	e	176000	J	5,06E+14	6,00%
Água de Poço	0,00	m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,00E+10	f	176000	J	1,34E+12	0,02%
Vento	2,32	m.s <sup>-1</sup>	2,45E+08	c	2450	J	1,39E+12	0,02%
<b>Não Renováveis (N)</b>						<b>5,61E+12</b>	<b>0,07%</b>	
Perda do solo	400,00	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,13E+05	d	124000	J	5,61E+12	0,07%
<b>Recursos da economia (F)</b>						<b>3,60E+15</b>	<b>42,64%</b>	
<b>Materiais (M):</b>						<b>2,42E+15</b>	<b>28,66%</b>	
<b>Alimentação</b>						<b>9,22E+14</b>	<b>10,93%</b>	
Casquinha de Soja	28,62	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	4,36E+13	0,52%
Farelo de Soja	202,71	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	3,09E+14	3,66%
Farelo de trigo	85,32	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	1,30E+14	1,54%
Milho Tipo 3	8,75	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	1,33E+13	0,16%
Ração Bezerra	53,56	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	8,17E+13	0,97%
Ração Bovino Lact. 22%	142,50	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	2,17E+14	2,58%
Ração Novilha	42,95	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	6,55E+13	0,78%
Ração pre-inicial	5,81	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	8,86E+12	0,11%
Ração Pré-Inicial peletizado	27,78	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	4,24E+13	0,50%
Ração pre-parto	6,34	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	9,67E+12	0,11%
<b>Sal Para Animais</b>						<b>1,71E+13</b>	<b>0,20%</b>	
Sal alimentação animal	4,17	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00	g	1E+12	Kg	4,17E+12	0,05%
Sal Mineral bezerras	2,50	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00	g	1E+12	Kg	2,50E+12	0,03%
Suplemento mineral	10,42	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00	g	1E+12	Kg	1,04E+13	0,12%

<b>Medicamentos</b>							<b>2,47E+12</b>	<b>0,03%</b>
Ivomec gold	0,17	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00	<sup>g</sup>	1,48E+13	Kg	2,47E+12	0,03%
<b>Produtos de Limpeza</b>							<b>2,25E+13</b>	<b>0,27%</b>
Desinfetante iodo	3,19	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	4,87E+12	0,06%
Detergente acido	3,13	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	4,77E+12	0,06%
Detergente alcalino	3,78	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	5,76E+12	0,07%
Escova manivela	0,83	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	1,26E+12	0,01%
Escova válvula resfriador	0,83	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	1,26E+12	0,01%
Papel toalha	2,15	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	3,28E+12	0,04%
Peneira plástica para leite	0,84	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	1,28E+12	0,02%
<b>Produtos Químicos</b>							<b>8,38E+11</b>	<b>0,01%</b>
Isca formicida	0,03	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,48E+13	Kg	4,19E+11	0,00%
Lesmicida	0,03	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,48E+13	Kg	4,19E+11	0,00%
<b>Fertilizantes</b>							<b>2,04E+14</b>	<b>2,42%</b>
Super fosfato simples	6,25	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,85E-01	<sup>o</sup>	1,41E+13	Kg P	1,63E+13	0,19%
Super fosfato triplo	4,17	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	4,15E-01	<sup>j</sup>	1,41E+13	Kg P	2,44E+13	0,29%
Uréia Plus 45-00-00	50,00	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	4,50E-01	<sup>i</sup>	4,19E+12	KgN	9,43E+13	1,12%
Calcário	41,66	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	6,11E+05	<sup>h</sup>	2720000	J	6,92E+13	0,82%
<b>Sementes</b>							<b>1,51E+14</b>	<b>1,79%</b>
Semente Azeven	5,21	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,48E+13	Kg	7,71E+13	0,91%
Semente aveia preta	5,00	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,48E+13	Kg	7,40E+13	0,88%
<b>Combustível e Lubrificante</b>							<b>9,77E+13</b>	<b>1,16%</b>
Combustível	26,60	l.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00	<sup>g</sup>	3,58E+12	l	9,52E+13	1,13%
Graxa Lubrax	0,96	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	1,46E+12	0,02%
Óleo para ordenhadeira	0,25	l.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00	<sup>g</sup>	3,94E+12	l	9,85E+11	0,01%
<b>Outros</b>							<b>1,67E+14</b>	<b>1,98%</b>
Eletricidade	7,40	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	1,13E+13	0,13%
Sêmen	1,25	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	1,90E+12	0,02%
Alevinos	14,00	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	2,14E+13	0,25%
Anel vedação assento	0,33	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	5,08E+11	0,01%
Bóia para bebedouro	1,25	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	1,90E+12	0,02%

Bomba plástica usada	2,92	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	4,45E+12	0,05%
Desmamador para Bezerro	0,07	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	1,02E+11	0,00%
Engate plástico 40 cm	0,47	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	7,21E+11	0,01%
Fita isolante	0,10	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	1,50E+11	0,00%
Fita vedarosca	0,08	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	1,19E+11	0,00%
Lamina para serra	0,58	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	8,83E+11	0,01%
Lâmpada	0,38	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	5,82E+11	0,01%
Lâmpada fluorescente	0,83	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	1,27E+12	0,02%
Óculos de Proteção	0,38	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	5,80E+11	0,01%
Prego	0,39	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	6,01E+11	0,01%
Sacaria de Ráfia Usada	0,21	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	3,18E+11	0,00%
Teteira	5,58	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	8,50E+12	0,10%
Impostos e taxas	4,17	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	6,36E+12	0,08%
Consumo Familiar	69,00	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	U\$	1,05E+14	1,25%
<b>Depreciações</b>							<b>8,34E+14</b>	<b>9,88%</b>
Construção em madeira	290,00	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	l	2,68E+12	U\$	4,42E+14	5,24%
Construção em alvenaria	142,50	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	l	2,68E+12	U\$	2,17E+14	2,58%
Carroça	7,08	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	1,08E+13	0,13%
Arado	0,63	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	9,53E+11	0,01%
Grade	0,83	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	1,27E+12	0,02%
Resfriador	52,08	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	7,94E+13	0,94%
Ordenhadeira	10,42	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	1,59E+13	0,19%
FORAGEIRA	10,42	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	1,59E+13	0,19%
Quebrador de grãos	1,46	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	2,22E+12	0,03%
Motor	4,17	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	6,36E+12	0,08%
Arame	20,00	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	3,05E+13	0,36%
Castanhas	1,92	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	2,92E+12	0,03%
Isolante	0,29	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	4,39E+11	0,01%
Palanque	1,88	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	2,86E+12	0,03%
Mangueira plástica implantação	2,46	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	3,75E+12	0,04%
Mangueira plástica reposição	0,49	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	m	2,68E+12	U\$	7,50E+11	0,01%

<b>Serviços (S)</b>							<b>1,18E+15</b>	<b>13,98%</b>
Mão-de-obra simples contratada	595,83	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>n</sup>	2,68E+12	J	9,09E+14	10,77%
Mão-de-obra simples família	10,00	d.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	1,05E+07	<sup>n</sup>	400000	J	4,19E+13	0,50%
Mão-de-obra especializada família	5,00	d.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	1,05E+07	<sup>n</sup>	4000000	J	2,09E+14	2,48%
Mão-de-obra implantação voisin	8,50	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>n</sup>	2,68E+12	J	1,30E+13	0,15%
Assistência técnica	4,17	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	<sup>g</sup>	2,68E+12	U\$	6,36E+12	0,08%
<b>Energia total (Y)</b>							<b>8,44E+15</b>	<b>100,00%</b>

## ANEXO 03: Fluxo de energia da Chácara Alcerich, Palmeira – PR

Fluxo padrão	Valor	Unidades	Conversão		Transformidade (sej. <sup>-1</sup> )		Fluxo de energia (sej.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	%
<b>Recursos Naturais (I)</b>							2,4153E+15	48,00%
<b>Renováveis (R)</b>							2,40969E+15	47,89%
Sol	160	Kcal.cm <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	3,35E+11	a	1,00E+00	J	5,35808E+13	1,06%
Chuva	1,52	m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,00E+10	b	3,10E+04	J	2,35135E+15	46,73%
Água da Nascente	0,0003	m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,00E+10	e	1,76E+05	J	2,67667E+12	0,05%
Água de Poço	0,0001	m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,00E+10	f	1,76E+05	J	1,07067E+12	0,02%
Vento	1,69	m.s <sup>-1</sup>	2,45E+08	c	2,45E+03	J	1,01442E+12	0,02%
<b>Não Renováveis (N)</b>							5,60589E+12	0,11%
Perda do solo	400	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,13E+05	d	1,24E+05	J	5,60589E+12	0,11%
<b>Recursos da economia (F)</b>							2,61667E+15	52,00%
<b>Materiais (M):</b>							2,49724E+15	49,63%
<b>Alimentação</b>							1,04537E+15	20,77%
Casquinha de soja	175,9	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,6829E+14	5,33%
Farelo de Gérmen de Milho	18,6	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,8335E+13	0,56%
Farelo de Soja	57,0	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	8,69131E+13	1,73%
Farelo de Trigo	10,1	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,54807E+13	0,31%
Milho em Grãos	2,7	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	4,1267E+12	0,08%
Milho Moído	6,6	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,00311E+13	0,20%
Ração Bezerros	0,9	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,37002E+12	0,03%
Ração Concentrado Suíno	0,52	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	7,9317E+11	0,02%
Ração Frango Crescimento	2,48	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,78836E+12	0,08%
Ração GL 15 Novilha	0,84	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,27573E+12	0,03%
Ração GL 20 Lactação Pel	95,79	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,46113E+14	2,90%
Ração GL18 Lact. Especial Pel	103,97	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,58588E+14	3,15%
Ração Lactação GL 20 Farelada	203,63	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,10599E+14	6,17%
Ração Suíno Crescimento	0,39	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,01811E+11	0,01%
Ração Suíno Terminação	5,95	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	9,06876E+12	0,18%
Silagem	3333,33	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,53E+04	Kg	51081093,5	0,00%

Milho Produzido na propriedade	400,00	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,79E+05	Kg	71631431,79	0,00%
<b>Sal Para Animais</b>							<b>1,90909E+13</b>	<b>0,38%</b>
Sal comum	4,55	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,00E+12	Kg	4,54545E+12	0,09%
Suplemento mineral Cancela 86	14,55	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,00E+12	Kg	1,45455E+13	0,29%
<b>Medicamentos</b>							<b>2,15728E+14</b>	<b>4,29%</b>
Aftobov Oleosa	2,61	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,98693E+12	0,08%
Alurabifa	0,76	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,16258E+12	0,02%
Antitoxil injetável	4,75	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	7,25168E+12	0,14%
Azium solução	3,08	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	4,70355E+12	0,09%
Baytril injetável 10%	5,40	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	8,23677E+12	0,16%
Boostin	1,06	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,61518E+12	0,03%
Borgal	8,26	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,25964E+13	0,25%
Bovigram	1,13	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,71724E+12	0,03%
Butox p CE	0,46	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	7,07197E+11	0,01%
Calcifos	3,17	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	4,83501E+12	0,10%
Celon especial	1,88	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,87039E+12	0,06%
Cepravin antimastítico	6,47	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	9,86637E+12	0,20%
Ciosin	0,97	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,47541E+12	0,03%
Cobactan VL	7,67	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,16984E+13	0,23%
Colosso Pour On	1,25	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,91359E+12	0,04%
Conceptal	5,57	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	8,49801E+12	0,17%
ECP	0,37	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	5,71304E+11	0,01%
Ememast Plus	1,41	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,14655E+12	0,04%
Flumast antimastite	19,71	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,00661E+13	0,60%
Ganaseg injetável	1,85	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,8177E+12	0,06%
Ivomec Gold	0,99	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,51423E+12	0,03%
Kinetomax	2,22	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,38345E+12	0,07%
Lepecid Spray	0,40	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,03475E+11	0,01%
Mercepton	0,42	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,41192E+11	0,01%
Naquasone injetável	1,84	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,81104E+12	0,06%
Naquasone pó	0,71	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,08936E+12	0,02%

Newmast	0,96	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,46986E+12	0,03%
Orbenin extra	3,37	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	5,13619E+12	0,10%
Ourotetra Plus LA injetável	0,41	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,21224E+11	0,01%
Padovit	0,52	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	7,90952E+11	0,02%
Panacur Suíno pó	0,05	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	79317017644	0,00%
Pensivet Plus	2,33	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,55263E+12	0,07%
Placentex	0,39	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	5,87944E+11	0,01%
Polijet	0,25	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,88265E+11	0,01%
Profertil	4,32	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,58941E+12	0,13%
Promastic	11,47	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,74941E+13	0,35%
Reverin Plus	6,18	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	9,41931E+12	0,19%
Robarante	1,05	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,60409E+12	0,03%
Sedacol injetável	1,08	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,64458E+12	0,03%
Solução Cloreto de Sódio 0,9%	0,14	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,07999E+11	0,00%
Spectramast LC	13,86	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,11355E+13	0,42%
Tecsa Clor	4,68	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	7,13298E+12	0,14%
Terramicina LA	1,87	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,85652E+12	0,06%
Teto-in	3,01	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	4,5954E+12	0,09%
Tetrabac L.A	0,67	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,01615E+12	0,02%
Trigenthal antidiarreico em pasta	0,41	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,26771E+11	0,01%
<b>Produtos de Limpesa</b>							<b>2,04288E+13</b>	<b>0,41%</b>
Desinfetante U-20	1,00	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,5281E+12	0,03%
Idrosan	2,18	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,32799E+12	0,07%
Master acid	1,50	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,28855E+12	0,05%
Master Clean	7,34	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,12014E+13	0,22%
Masti Control	0,79	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,20085E+12	0,02%
Papel toalha interfolha	0,58	R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	8,81916E+11	0,02%
<b>Fertilizantes</b>							<b>1,4461E+14</b>	<b>2,87%</b>
Uréia Plus 45-00-00	76,70	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	0,45	i	4,19E+12	KgN	1,4461E+14	2,87%
<b>Sementes</b>							<b>75535649,1</b>	<b>0,00%</b>
Pastagem produzida na propriedade	66,00	Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		1,14E+06	Kg	75535649,1	0,00%

<b>Graxa e Lubrificante</b>							1,43273E+11	0,00%
Óleo para ordenhadeira	0,04	l.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	1,00E+00		3,94E+12	l	1,43273E+11	0,00%
<b>Outros</b>							2,11665E+14	4,21%
Anel Pressão Eixo Hidropulsad	0,44	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,71144E+11	0,01%
Corda trançada	0,19	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,91399E+11	0,01%
Corrediça Pulsação	0,56	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	8,54183E+11	0,02%
Diafragma hidropul	2,96	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	4,51497E+12	0,09%
Junta borr. hidopul	0,60	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	9,1797E+11	0,02%
Mangueira principal do leite	2,06	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,13857E+12	0,06%
Peneira para leite	0,33	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	4,99198E+11	0,01%
Regulador do Vácuo Pulsador	0,63	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	9,56796E+11	0,02%
Seringa Descartável	0,11	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,74719E+11	0,00%
Sêmen Topnotch	1,09	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	1,65845E+12	0,03%
Eletrecidade	40,00	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	6,10131E+13	1,21%
Sêmen	21,47	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	3,27488E+13	0,65%
Impostos e taxas	3,33	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	5,07934E+12	0,10%
Consumo familiar	65,00	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	9,91463E+13	1,97%
<b>Depreciações</b>							8,40201E+14	16,70%
Construção em madeira	2666,67	R\$.ha <sup>-1</sup>	2,85E-02	l	2,68E+12	US\$	2,03377E+14	4,04%
Construção em alvenaria	6666,67	R\$.ha <sup>-1</sup>	2,85E-02	l	2,68E+12	US\$	5,08442E+14	10,10%
Carroça	70,83	R\$.ha <sup>-1</sup>	5,69E-02	m	2,68E+12	US\$	1,08044E+13	0,21%
Resfriador	666,67	R\$.ha <sup>-1</sup>	5,69E-02	m	2,68E+12	US\$	1,01688E+14	2,02%
Ordenhadeira	104,17	R\$.ha <sup>-1</sup>	5,69E-02	m	2,68E+12	US\$	1,58888E+13	0,32%
<b>Serviços (S)</b>							1,19428E+14	2,37%
Exame e consultas veterinárias	3,43	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	5,23187E+12	0,10%
Inseminação	1,64	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	2,50154E+12	0,05%
Serviço Inseminação	3,13	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	4,77011E+12	0,09%
Mão-de-obra simples família	24,33	dia.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	1,05E+07	n	4,00E+05	J	1,01845E+14	2,02%
Assistência técnica	3,33	R\$.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	5,69E-01	g	2,68E+12	US\$	5,07934E+12	0,10%
<b>Energia total (Y)</b>							5,03197E+15	100,00%



## ANEXO 04: Memorial de cálculos

**a Sol**

Radiação solar		$\text{KWh.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$	
Albedo		%	
Conversão		$(\text{KWh.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}) * (\text{albedo}) * (10000\text{m}^2.\text{ha}^{-1}) * (3600000 \text{ J.KWh}^{-1})$	
Fluxo de energia		$\text{J.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	

**b Chuva:**

Pluviosidade		$\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$	
Energia da água	5000	$\text{J.Kg}^{-1}$	Energia livre de Gibbs
Densidade da água	1000	$\text{Kg.m}^{-3}$	
Conversão		$(\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{ano}^{-1}) * (\text{J.Kg}^{-1}) * (\text{Kg.m}^{-3}) * (10000 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1})$	
Fluxo de energia		$\text{J.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	

**c Vento**

Densidade do ar	1,3	$\text{Kg.m}^{-3}$	
Média anual de velocidade		$\text{m.s}^{-1}$	
Vento geotrópico		$\text{m.s}^{-1}$	60% da média anual
Coefficiente de arraste	0,001	adimensional	
Conversão		$(\text{Kg.m}^{-3}) * (\text{m.s}^{-1}) * (\text{m.s}^{-1}) * 0,001 * (10000\text{m}^2.\text{ha}^{-1}) * 31,56.10^6 \text{ s.ano}^{-1}$	
Fluxo de energia		$\text{J.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	

**d Perda de Solo**

Solo perdido		$\text{Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	
Matéria orgânica		$(\text{Kg m.o}) * (\text{Kg solo})^{-1}$	
Energia da m.o	5400	$\text{Kcal.}(\text{Kg m.o})^{-1}$	
Conversão		$(\text{Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}) * (\text{Kg m.o. Kg solo}^{-1}) * (\text{Kcal.Kg m.o}^{-1}) * (4186 \text{ J.Kcal}^{-1})$	
Fluxo de energia		$\text{J.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	

**e Água da Nascente**

Volume utilizado		$\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$	
Energia da água	5000	$\text{J.Kg}^{-1}$	Energia livre de Gibbs
Densidade da água	1000	$\text{Kg.m}^{-3}$	
Conversão		$(\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{ano}^{-1}) * (\text{J.Kg}^{-1}) * (\text{Kg.m}^{-3}) * (10000 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1})$	
Fluxo de energia		$\text{J.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	

**f Água de Poço**

Volume utilizado		$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$	
Energia da água	5000	$\text{J} \cdot \text{Kg}^{-1}$	Energia livre de Gibbs
Densidade da água	1000	$\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$	
Conversão		$(\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}) * (\text{J} \cdot \text{Kg}^{-1}) * (\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}) * (10000 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1})$	
Fluxo de energia		$\text{J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	

**g Cambio**

Valor de um real	1	R\$	
Valor médio do dólar ano 2010	1,757	U\$\$	
Conversão		$(\text{R\$}) / (\text{U}\$\$)$	
Fluxo		$\text{R\$} \cdot \text{U}\$\$^{-1}$	

**h Calcário**

Consumo		$\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	
Energia (J)	611000	$\text{J} \cdot \text{Kg}^{-1}$	
Conversão		$(\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) * (\text{J} \cdot \text{Kg}^{-1})$	
Fluxo de energia		$\text{J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	

**i Uréia**

Quantidade		$\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	
Quantidade de N	0,45	$\text{N} \cdot \text{Kg} \text{ uréia}^{-1}$	
Conversão		$(\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) * (\text{N} \cdot \text{Kg} \text{ uréia}^{-1})$	
Fluxo		$\text{Kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	

**j Super fosfato triplo**

Quantidade		$\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	
Quantidade de P	0,415	$\text{P} \cdot \text{Kg} \text{ fósforo}^{-1}$	
Conversão		$(\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) * (\text{P} \cdot \text{Kg} \text{ fósforo}^{-1})$	
Fluxo		$\text{Kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	

**l Construção**

Valor de um real	1	R\$	
Valor médio do dólar ano 2010	1,757	U\$\$	
Vida útil	20	anos	$(0,05 \text{ ano}^{-1})$
Conversão		$(\text{R\$} / \text{U}\$\$) * 0,05$	
Fluxo		$\text{R\$} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$	

**m Equipamentos**

Valor de um real	1	R\$	
Valor médio do dólar ano 2010	1,757	U\$\$	
Vida útil	10	anos	(0,1 ano <sup>-1</sup> )
Conversão	(R\$/U\$)*0,1		
Fluxo		R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	

**n Mão-de-obra**

Total dia ano aplicado		dia.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	
Energia metabolizada dia	2500	Kcal.dia <sup>-1</sup>	
Conversão	(dia.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )*(Kcal.dia <sup>-1</sup> )*(4186 J.Kcal <sup>-1</sup> )		
Fluxo de energia		J.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	

**o Super fosfato simples**

Quantidade		Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	
Quantidade de P	0,185	P.Kg fósforo <sup>-1</sup>	
Conversão	(Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )*(P.Kg fósforo <sup>-1</sup> )		
Fluxo		Kg P.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	

**p Visitação**

Numero de visitantes	12,5	Visitas.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	
Gasto energético (4 horas)	417	Kcal.visita <sup>-1</sup>	
Conversão	(visitas.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )*(Kcal.visitas <sup>-1</sup> )*(4186 J.Kcal <sup>-1</sup> )		
Fluxo		J.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	